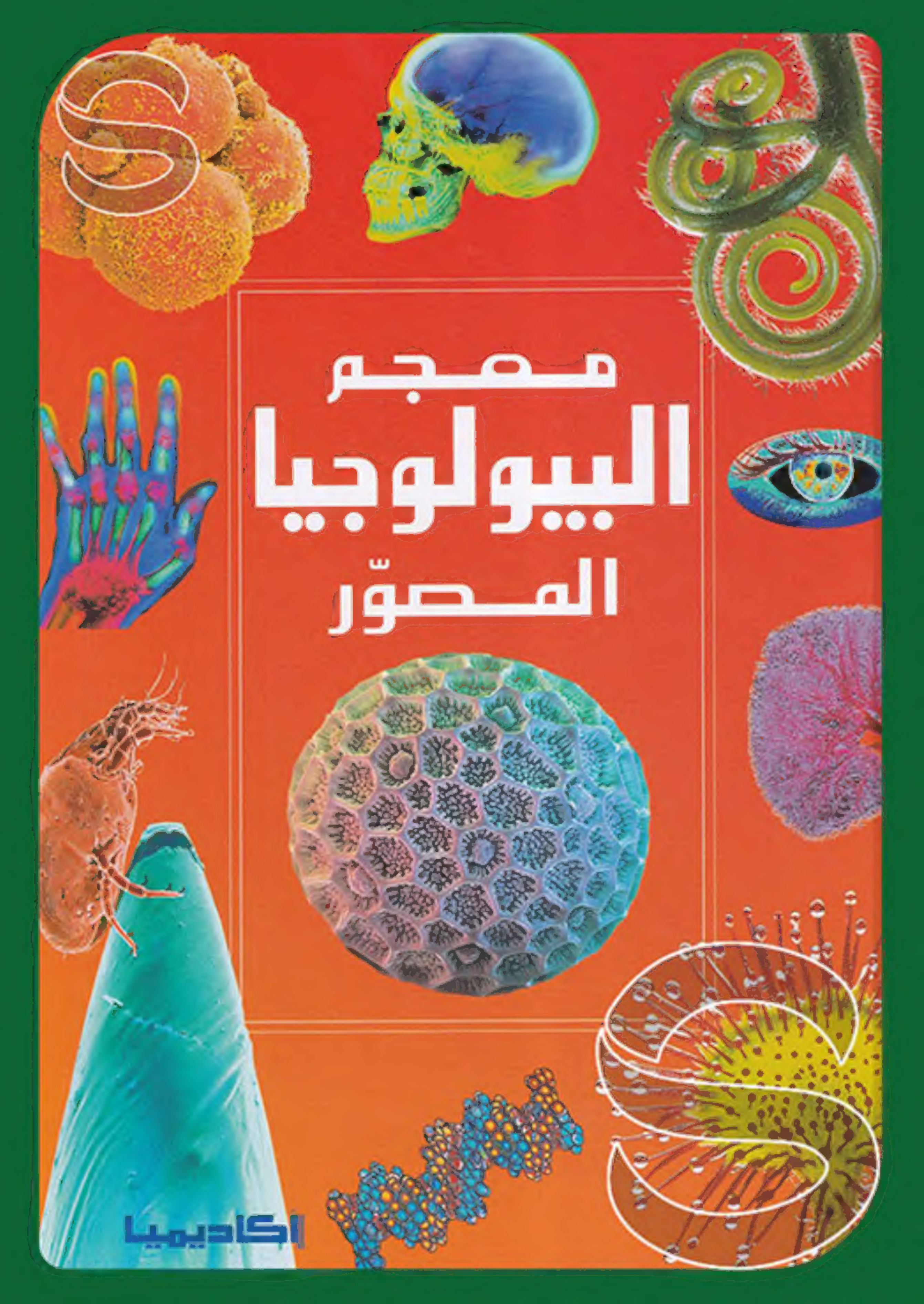

معجم
البيولوجيا
المصوّر
أكاديميا

معجم البيولوجيا المصور

انكليزي - عربي



معجم البيولوجيا المصور

انكليزي - عربي

تأليف كورين ستوكلي

ترجمة د. محمد أحمد شومان

مراجعة وإشراف د. محمد دبس

معجم البيولوجيا المصور
الترجمة عن الانكليزية مرخص بها من الناشر الأصلي «اوزبورن»

اكاديميا انترناشيونال ش.م.م
ص. ب 6669-113
بيروت، لبنان
تلكس 49139 LE KITAB
فاكس 1431 478 212 1









بيروت - لبنان

المحتويــات

Authorized Translation from **English Language Edition:**
THE USBORNE ILLUSTATED DICTIONARY OF BIOLOGY

A Division of Dar Al-Kitab Al-Arabi

Academia International
P.O. Box 113-6669 Beirut, Lebanon
Telex 40139 LE KITAB
Fax 1-212-478 1431

عن هذا المعجم

البيولوجيا أو علم الأحياء علم يبحث في الكائنات الحية، ويمكن تقسيمه إلى قسمين رئيسيين هما: علم النبات وعلم الحيوان. وينقسم هذا الكتاب بدوره إلى خمسة أقسام ملوّنة بحسب المواضيع هي:

القسم الأصفر مدخل عام يتعلق بالكائنات الحية جميعاً.

القسم الأزرق خاص بعلم النبات، ويضم تعريفات تتعلق بالنباتات.

القسم الأخضر القسم الأول من علم الحيوان، ويتعلق بحيوانات مختلفة ومتنوعة.

القسم الأحمر القسم الثاني لعلم الحيوان، ويتضمّن مصطلحات في علم حياة الإنسان.

وفي العديد من الحالات تنطبق مصطلحات هذا القسم على الحيوانات التي تنتمي إلى الزمرة التصنيفية نفسها التي ينتمي إليها الإنسان.

القسم الأسود والأبيض تصح مصطلحاته على مختلف أنواع الكائنات الحية وأنماطها. ويحتوي على لوحات وجداول مرتبطة ارتباطاً مباشراً بمواضيع سبق أن ورد ذكرها في الكتاب، بالإضافة إلى جداول التصنيف السابقة.

كيف تستخدم هذا المعجم

يمكن استخدام هذا الكتاب قاموساً أو دليلاً للمراجعة. وقد رتبت فيه التعريفات حسب الموضوعات، أي أن كل الكلمات التي لها علاقة بنفس الموضوع جمعت معاً في صفحتين متقابلتين في معظم الحالات. وهناك لائحة بهذه الموضوعات في المحتويات في الصفحة 2. ويشكل المسرد في الصفحات 115-127 القسم المرجعي للقاموس. وهو قائمة ألفبائية بكل التعريفات الواردة في الكتاب مرفقة بأرقام صفحات المداخل الأساسية والمداخل الفرعية.

مفتاح استخدام المعجم

1. يسبق كل تعريف رئيسي نقطة سوداء كبيرة، وتكتب كلمة المدخل الانكليزي ومقابله العربي بحروف سوداء. مثال ذلك:

- **السيتوبلازما cytoplasm**.

2. يتبع المصطلح الإنكليزي مفرده أو جمعه (إن لم يكن الجمع يتم بإضافة حرف s). مثال ذلك:

- **ثُغيرات stomata** (مفردها **stoma**).

3. ترد المرادفات أيضاً بعد الكلمة مباشرة. مثال ذلك:

- **الأرومات اللاسعة cnidoblasts** أو **الخلايا الخيطية thread cells**. (مرادف واحد).
- **خلايا الدم الحمراء red blood cells**. تسمى أيضاً **الكريات الدموية الحمراء red corpuscles** أو **erythrocytes** (عدة مرادفات).

4. هناك الكثير من الكلمات التي كتبت بحروف سوداء، وهي إما أن تكون معرفة حيثما ظهرت، أو أن تعريفاتها موجودة في مكان آخر على الصفحتين المتقابلتين.

5. إذا وردت نجمة(*) فوق كلمة سوداء، فذلك يعني أن هذه الكلمة معرّفة في مكان آخر من الكتاب، وأنها واردة في الحاشية في أسفل الصفحة.

6. أنواع الحواشي المستعملة:

(*)**الأغشية** 30 (**المبايض**)؛ **الثغير**، **القلم** 29؛ **النواة** 10.

أ) يمكن إيجاد كلمة **أغشية integuments** في نص التعريف الرئيسي للمدخل **مبايض ovules** ص 30.

ب) قد تكون كلمة **نوى nuclie**(*) (بالجمع) لا كلمة **نواة nucleus**(*)، هي الواردة في النص، لكن تظهر الكلمة بالمفرد لأنها المدخل الوارد في الصفحة 10.

الأحيـــاء وبيئتها

يمكن تقسيم العالم إلى عدد من المناطق المختلفة، لكل منها نباتاتها وحيواناتها الخاصة، التي تكيفت مع محيطها أو **بيئتها environment** (أنظر **الإشعاع التكيّفـي adaptive radiation**، ص 9)، وتداخلت حياتها تداخلاً شديداً في نسيج معقّد من التواقف والتواكل. وتتأثر البيئة بعوامـل عديدة ومتنوعة كالحرارة والماء والضـوء (**العوامل المناخية climatic factors**)، وبالخصائـص الفيزيائية والكيميائية للتربة (**العوامل التُّربيّة edaphic factors**)، كما تتأثر أيضاً بنشاطات الكائنات الحية (**العوامل الحيوية biotic factors**). اما دراسة العلاقات القائمة بين النباتات والحيوانات وبين البيئة فهي من اختصاص **علم البيئة ecology**.

• **المجال الحيوي biosphere**. طبقة الأرض (بما فيها المحيطات والغلاف الجوي) المسكونة بالاحياء، يحدها الغلاف الجوي العلوي (من فوق)، وطبقات الصخور الاولى غير المسكونة (من تحت).



رموز للحيومات

التوندرة. باردة جداً وشديدة الرياح. الاشنات(*) أكثر نباتاتها انتشاراً، وفيها أيضاً الشجيرات الصغيرة. من حيواناتها ثور المسك.

الغابة المخروطية. درجة حرارة متدنية طوال السنة. نباتاتها الغالبة **المخروطيات**(*) كالراتنجية أو البيسيّة. واكبر حيواناتها المألوفة الأيل.

الغابة المُعْبلة. صيف حار وشتاء بارد. نباتاتها الغالبة الاشجار **المعبلة**(*)، اي متساقطة الاوراق، كالزّان. فيها حيوانات كثيرة كالثعالب.

الغابة المدارية. درجة حرارة مرتفعة طوال السنة. وأمطار غزيرة. تنوع عظيم في النباتات والحيوانات والطيور الغريبة.

السافانا. نباتاتها الرئيسية الاعشاب والنجيل. ولكنها تحتوي اشجاراً (حيث ثمة مطر اكثر). من حيواناتها النموذجية الزرافة.

الصحراء. درجات حرارة مرتفعة (باردة ليلاً). نسبة امطار متدنية جداً. نباتاتها الغالبة الصبّار، ومن حيواناتها الإبل والعقارب.

مناطق أخرى

مروج ومراع. عليق (غيل maquis)

جليد

جبال

• **الحيومات biomes** هي المناطق البيئية الرئيسية التي ينقسم إليها سطح اليابسة. ولكل حيوم فصوله المميزة وطول نهاره وكمية هطول أمطاره ودرجات حرارته القصوى والدنيا. والحيومات الرئيسيةَ هي **التوندرة tundra**، و**الغابة المخروطية coniferous**، و**الغابة المعبلة deciduous**، و**الغابة المدارية tropical**، و**المروج المعتدلة temperate grassland**، و**السافانا savannah** (اي مراعي المناطق الحارة)، و**الصحراء**. وتسمّى معظمها بأسماء نباتاتها الأكثر شيوعاً، لأن بها تتحدد كل الأحياء الأخرى. ويعتبر كل حيوم **موطناً habitat** (أو **موطناً واسعاً macrohabitat**).

(*) الاشنات(المتعايشان) 114؛ المخروطيات 111؛ المعبلات 8



• **الموطن habitat**. هو المأوى الطبيعي لمجموعة من الأحياء أو لكائن حي واحد. وثمة مواطن صغيرة من ضمن المواطن الكبيرة، كالأنهار في **حيوم الغابات المعبلة**. وتدعى المواطن الصغيرة المتخصصة **المواطن الدقيقة microhabitats**، مثل الأشجار المتحلّلة.

• **المجتمع community**. هو مجموعة من النباتات والحيوانات التي تقطن موطناً بعينه، ويتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته.

• **النظام البيئي ecosystem**. هو مجتمع النباتات والحيوانات في **موطن** بعينه، مأخوذاً مع بيئتها. ويعتبر النظام البيئي وحدة في حد ذاته، أي أن أحياءه تتفاعل في ما بينها منتجة جميع المواد التي تحتاجها. (انظر أيضاً ص 6 و 7).

التعاقب البيئي في حقل مهمل

مجتمع طليعي (مجتمع أول) من الأعشاب مع حشرات وفئران الحقول، إلخ.

مجتمع متعاقب (مجتمع وسطي) من الشجيرات والجنبات مع أرانب وطيور "السُّمن"، إلخ.

مجتمع ذروي من أشجار معبلة(*) كالسنديان والزان تعيش فيها الثعالب والغُرَيْرات والطيور، إلخ.

• **التعاقب البيئي ecological succession**. عملية تحدث متى استُعمرت مساحة جديدة من اليابسة، كأرض غابةٍ بعد احتراقها، أو حقل زراعي أهمل فترة دون حرث، أو موقع ما مدمّر ترك بغير استعمال. مع مضي السنين تتعاقب أنماط النباتات المختلفة (والحيوانات التي ترافقها)، واحداً بعد الآخر، حتى تبلغ ما يسمى **المجتمع الأوجي community climax**، وهو مجتمع متماسك جداً ومستقر يعيش طويلاً دون أن يتغير طالما استمرت الظروف التي أدت إلى نشوئه (المناخ مثلاً).

• **المورد البيئي ecological niche**. مكان في **النظام البيئي** يحتله النبات أو الحيوان ويشكل له مورداً للغذاء أو حيزاً للعيش. وينص **مبدأ غاوس Gause's principle** على أنه لا يمكن لنوعين من الكائنات أن يشغلا المورد البيئي نفسه في الوقت نفسه (وإذا حاولا، فلا بد أن يفنى أحدهما أو ينسحب). مثال ذلك، يعيش الكروان والزّقزاق الرمادي حول مصبات الأنهار البريطانية (خلال فصل الشتاء) فيقتاتان الديدان والبزّاق، بيد أنهما يسكنان موردين مختلفين في الحقيقة. فالكروان يخوض المياه الضحلة ويسبر غور أرض النهر بحثاً عن غذائه بمنقاره الطويل. أما الزقزاق الرمادي فلا يغادر اليابسة ويتغذى بما يلتقط عن سطحها بمنقاره القصير جداً. ومع أنهما يسكنان المناطق نفسها إلا أن ورديهما مختلفان.

الكروان يسبر الماء بمنقاره الطويل المنحني

الزقزاق الرمادي يلتقط غذاءه من السطح (منقار قصير)

(*) المعبلات 8.

في داخل النظام البيئي

يحتوي النظام البيئي **ecosystem** على مجموعة (**مجتمع**(*) **community**) من الحيوانات والنباتات التي يتفاعل بعضها مع بعض ومع بيئته لتشكيل وحدة بيئية قائمة بذاتها.

شبكة غذائية بسيطة

البشر
الثعالب
الخُلد
السُّمن
الدُّجاج
الأرانب
البزّاق
ديدان الأرض
اليساريع
النبات

- **الشبكة الغذائية food web**. شبكة معقدة من **السلاسل الغذائية food chains** في النظام البيئي. تتألف السلسلة الغذائية من كائنات حية مرتبطة، يعتبر الواحد منها غذاء للكائن الذي يليه. تصنع النباتات غذاءها من مواد غير حية بواسطة **التخليق الضوئي**(*) **photosynthesis** (فهي إذن كائنات **ذاتية التغذية autotrophic**) وتشكّل دائماً الحلقات الأولى في السلسلة. أما الحيوانات فلا تستطيع ان تصنع غذاءها (فهي إذن كائنات **متباينة التغذية heterotrophic**) ولذلك تعتمد على نشاطات صنع الغذاء التي تقوم بها النباتات.

سلسلة غذائية نمطية تبين مستويات التغذية

الكائنات المنتجة نباتات خضراء تصنع غذاءها الخاص. مستوى التغذية غ 1.

الكائنات المستهلكة الأولى او الحيوانات العاشبة (آكلات النبات) كالارانب تحصل على المواد مانحة الطاقة مباشرة من الكائنات المنتجة. مستوى التغذية غ 2

الكائنات المستهلكة الثانية او الحيوانات اللاحمة (آكلات اللحوم) كالثعالب عندما تفترس حيواناً عاشباً تحصل على المواد مانحة الطاقة من ابدان الكائنات المستهلكة الأولى. مستوى التغذية غ 3

الكائنات المستهلكة الثالثة او اكلات اللحوم كالثعالب عندما تفترس حيواناً لاحماً آخر. تحصل على المواد مانحة الطاقة بطريقة غير مباشرة من الكائنات المستهلكة الثانية، أي حيوانات اكلت حيوانات اكلت كائنات منتجة. مستوى التغذية غ 4

ملاحظات
(1) **القوارت**. مثلاً الإنسان الذي يأكل النبات واللحم، ولذا يوضع احياناً على المستوى غ 2 كما يوضع على غ 3 (او غ 4) في احيان أخرى.
(2) ثمة آكلات لحوم عديدة كالثعالب تأكل آكلات عشب وآكلات لحوم صغيرة. لذا توضع احياناً على المستوى غ 3 وعلى المستوى غ 4 احياناً اخرى

- **مستوى التغذية trophic level او مستوى الطاقة energy level**. هو المستوى الذي توضع فيه الكائنات الحية في داخل السلسلة الغذائية (انظر الشبكة الغذائية). ومع كل مستوى متعاقب أو تالٍ تضيع كمية كبيرة من المادة مانحة الطاقة. فالأبقار مثلاً تحلّل ما يزيد على نصف العشب الذي تأكله (لتوفير طاقتها). وعندما نأكل لحم البقرة، لا نحصل إلا على جزء يسير من المادة الأساسية المانحة للطاقة (أي الجزء الذي استعملته لبناء انسجتها الجديدة). وضياع الطاقة هذا يعني أنه كلما ارتفع مستوى التغذية قلّ عدد الحيوانات، لأن عليها ان تأكل كميات اكبر من الغذاء حتى تحصل على طاقة كافية. ويسمى هذا المبدأ **هرم الأعداد pyramid of numbers**.

هرم الأعداد
عدد الافراد عند كل مستوى من **مستويات التغذية**.

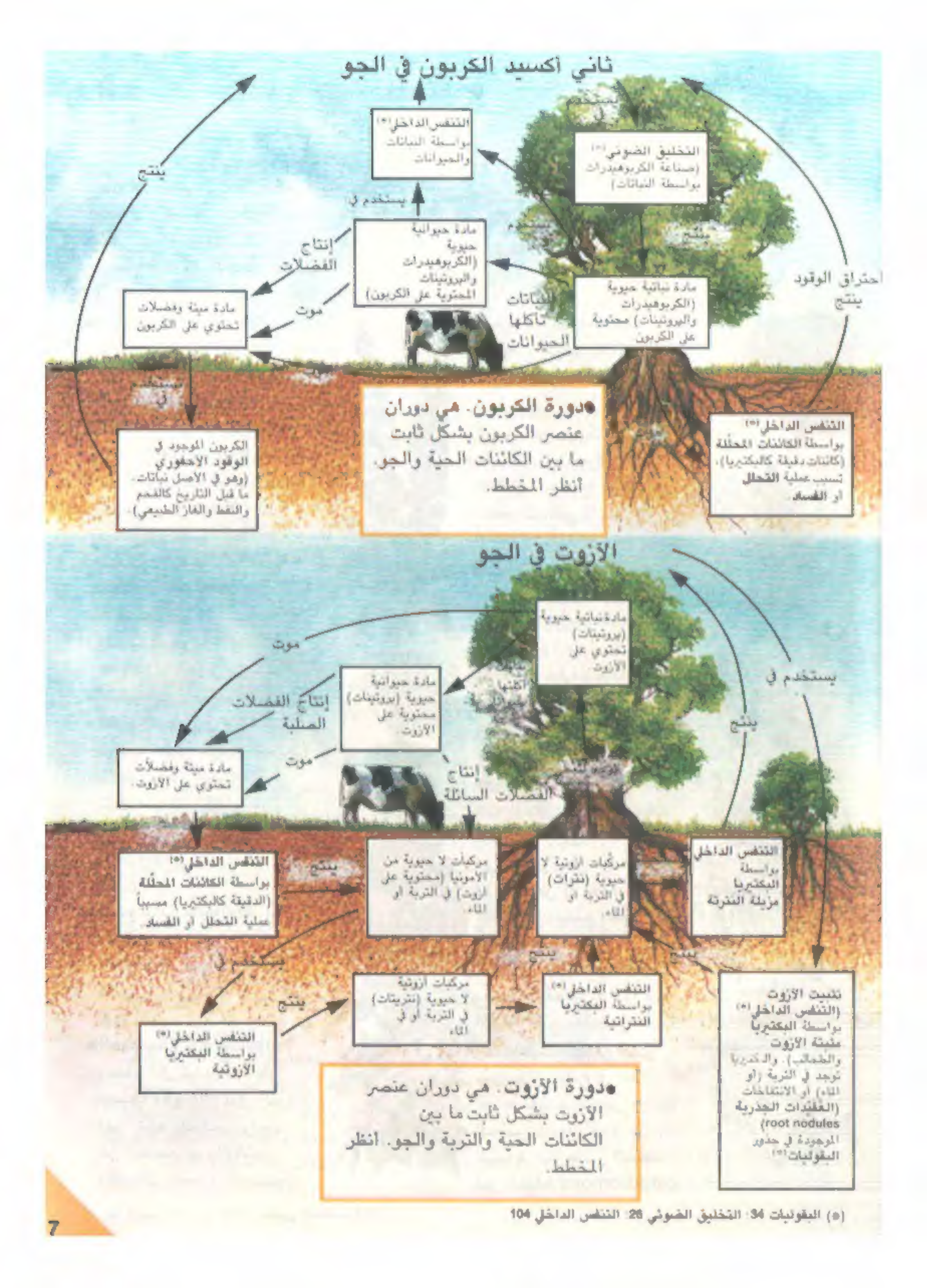
غ 4
غ 3
غ 2
غ 1

هرم الكتلة الحيوية
(مرتبط ارتباطاً وثيقاً بهرم الأعداد).

غ 4
غ 3
غ 2
غ 1

كتلة الافراد الاجمالية في كل مستوى (التناقص اقل حدة مما هو أعلاه حيث تنزع الحيوانات في المستويات العليا لان تكون اكبر حجماً)

(*) التخليق الضوئي 26؛ المجتمع 5



(*) البقوليات 34؛ التخليق الضوئي 26؛ التنفس الداخلي 104

الحياة والدورات الحياتية

تتسم كل الكائنات الحية بخصائص الحياة الأساسية نفسها. وهذه الخصائص هي التنفس والاغتذاء والنمو والحساسية (قابلية الإثارة) والحركة والإفراغ والتكاثر. إن **دورة حياة** نبات أو حيوان ما هي الأطوار من تكونه حتى موته مع كل ما يستتبعه ذلك من تغيرات تكون متطرفة في بعض الأحيان. (انظر **التبدل الشكلي metamorphosis**، ص 49) وفي ما يلي بعض المصطلحات التي تستخدم في تجميع النباتات والحيوانات معاً حسب دوراتها الحياتية أو لوصف خصائص بعض الدورات الحياتية نفسها

- **المعمِّرات perennials** نباتات تعيش عديداً من السنين. والنباتات **المعمرة العشبية herbaceous perennials**، كالدلفينيون، تفقد كل فروعها الواقعة فوق التربة في نهاية كل موسم نمو وتعطي بدلاً منها مع بداية كل موسم جديد. أما **النباتات المعمرة الخشبية woody perennials** كالأشجار فيتجدّد نموها (نسيجاً ثانوياً(*) secondary tissue) في كل عام انطلاقاً من جذوعها الدائمة.
- **ثنائيات الحول biennials** نباتات تعيش حولين (سنتين) كالجزر. ففي السنة الأولى تنمو هذه النباتات وتخزن الغذاء، وفي السنة الثانية تزهر وتعطي بذوراً، ثم تموت.
- **الحوليات annuals**. نباتات تعيش عاماً واحداً كالأذريون marigold. تبدأ من بذرة فتنمو وتزهر وتنتج بذوراً ثم تموت.
- **العشبيات herbaceous** وصف لكل نبات لا يعطي **نسيجاً ثانوياً(*)** فوق التربة. فهو أشبه بالعشب ويختلف عن الشجيرات والأشجار (النباتات المعمرة الخشبية).
- **المُغبلات deciduous** مصطلح يُقصد به المعمِّرات التي تفقد أوراقها **اليخضور(*)** متساقط في نهاية كل موسم نمو، كشجر الزان.
- **دائمات الخضرة evergreen**. مصطلح يقصد به المعمرات التي لا تتعرى من أوراقها في نهاية موسم النمو مثل التنوب.
- **قصيرات الأجل (الزائلات) ephemeral** نباتات تعيش فترة قصيرة جداً وهي توجد في أماكن حارة وجافة معظم أوقات السنة (أو لعدة سنوات). فالشروط الصحيحة المحفزة على النمو لا تدوم طويلاً، ولذا يجب أن تنمو هذه النباتات وتبذر في وقت قصير جداً. إن ذبابة أيار هي الحيوان الوحيد قصير الأجل بحق إذ تدوم حياة البالغة بين بضع دقائق ويوم واحد.
- **الصعَّاد anadromous**. مصطلح يقصد به أنواع السمك التي تعيش في البحار ولكنها تسبح عكس التيار نحو مكان النشء في المياه العذبة لوضع البيض، ومنها السلمون. وهذا نوع من الهجرة. أما عكس الصعاد فهو **الهبَّاط catadromous**



(*) النسيج الثانوي 18 اليخضور (الخضاب) 27



• **الهجرة migration** الانتقال موسمياً من منطقة إلى أخرى. وتتضمن الهجرة عادة ترك المنطقة شتاء بحثاً عن الغذاء في مكان آخر والعودة إليها ربيعاً للتزاوج وبذا تكون الهجرة جزءاً من دورة الحياة عند كثير من الحيوانات وخصوصاً الطيور.



• **السُّبات dormancy** مرحلة أو مراحل يكون فيها النشاط معلقاً، وتشكل جزءاً طبيعيا من دورة حياة العديد من النباتات والحيوانات. والسبات في النباتات يحدث عندما تكون الظروف سيئة بالنسبة إلى النمو (عادة في الشتاء). وأما عند الحيوانات فيحدث السبات عادة بسبب ندرة الغذاء، ويسمى أيضاً **السُّبات الشتوي hibernation** أو **السبات الصيفي aestivation**. الأول هو السبات في الشتاء (كبعض **الثدييات**(*))، فيما السبات الصيفي هو السبات في ظروف الجفاف (وغالباً ما يحدث عند الحشرات).

(*) الثدييات 113

أساليب الحياة

يكتظ العالم بتشعّب واسع من الكائنات الحية التي لكل واحد منها أسلوب حياته الخاص. وهذا الوضع ناجم من **الإشعاع التكيُّفي adaptive radiation** ويمكن تصنيف الكائنات الحية بحسب ما تشترك فيه من خصائص، وذلك إما بالتصنيف الشكلي القائم على أساس تشابهها البنيوي (انظر اللوحات، ص 110-113). أو بالتصنيف عموماً على أساس أساليب حياتها (انظر اللائحة، ص 114)

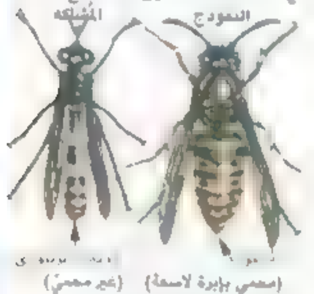
• **الإشعاع التكيفي adaptive radiation** أو **التكيف التطوري evolutionary adaptation** العملية التدرُّجية التي أنشأت أشكالا متنوعة عديدة من الكائنات الحية من نقطة بداية قبل التاريخ. فيما بعد أصبح كل شكل **متخصصاً** بحيث تطور منه أشكل الأمص ملاءمة لبيئته وتكيفاً معها، كالأشكال الإنسيابية التي تتلاءم مع الطيران



والسباحة. كما طور كثير من الكائنات الحية أيضاً **تكيُّفات دفاعية**، وهي وسائط دفاعية كالشوك والإبر اللاسعة



السامة. وقد استقرت كل التكيُّفات في الأجيال المتعاقبة من الكائنات التي استطاعت بمساعدتها أن تبقى على قيد الحياة زمنا مكنَها من التزاوج والتكاثر (الأمر الذي جعلها تورث التكيفات). وهذا هو أساس نظرية داروين في **الانتقاء الطبيعي natural selection** (وتسمى هذه النظرية أيضاً **الداروينية Darwinism**)، التي ظهرت في منتصف القرن التاسع عشر



(سمجي زنبور لاسعة) (غير سمجيّ)

• **المُشاكهة mimicry**. نمط خاص من التكيُّف يمكِّن النبات أو الحيوان (**المُشاكه mimic**) من مشابهة نبات آخر أو حيوان آخر (**النموذج model**). وتستخدم المشاكهة خصوصاً للدفاع والوقاية (مثلا، ثمة العديد من الحشرات غير المجهَّزة بأعضاء وقاية قد طوَّرت ألواناً تتسم بها الحشرات اللاسعة)، وكذلك لأسباب أخرى (سحلب النحل ما هو إلا مشاكه لأغراض التكاثر انظر ص 31)

بنية الكائنات الحية

إن الكائن الحي القادر على أن يوجد مستقلاً بذاته يسمى **عضوية organism** والعضويات جميعها مبنية من **خلايا cells** ـ وهي الوحدات الأساسية للحياة. والتي تقوم بكل العمليات الكيميائية الحيوية. وأبسط العضويات مبني من خلية واحدة فقط وتسمى **وحيدات الخلية unicellular** أو **اللاخلوية acellular**. أما العضويات المعقدة، كالإنسان مثلاً فهي مبنية من آلاف بل ملايين الخلايا وهي **متعددة الخلايا multicellular**. متنوعتها وكل نوع منها متخصص لأداء عمل محدّد. تشكل مجموعات الخلايا التي تنتمي الى ذات النوع **الأنسجة tissues** المختلفة للعضوية، كالنسيج العضلي. أما أنماط الأنسجة المختلفة والمتعددة فتشكل مجتمعة **عضواً organ** كالمعدة مثلاً. في حين أن عدداً من الأعضاء يؤلف **جهازاً system** كاملاً كالجهاز الهضمي على سبيل المثال.

أقسام الخلية

بالرغم من أن الخلايا تختلف فيما بينها اختلافاً شديداً، إلا أنها مبنية من أقسام أساسية واحدة، ولكل قسم منها دور خاص يضطلع به.

- **الغشاء الخلوي cell membrane**، أو **plasma membrane** أو **plasmalemma** وهو جلدة الخلية الخارجية ويتميز بكونه **نصف نفوذ(*) semi-permeable**، أي أنه انتقائي في سماحه للمواد بالنفاذ فيه

خلية نباتية (مقطع) ▼



خلية حيوانية (مقطع) ▼

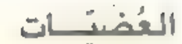
يؤلف الغشاء الخلوي والنواة والسيتوبلازما

- **النواة nucleus** (ج نوى **nuclei**) مركز التحكم في الخلية. تحيط جلدته الخارجية المكوّنة من طبقتين (**وهي الغشاء النووي**) **بالسائل الهلامي** (**بلازما النواة nucleoplasm** أو **اللمف النووي karyolymph**)، الذي يحتوي على **نُوَيّة(*) nucleolus** واحدة أو أكثر وعلى المادة الوراثية "دنا" **DNA** المتموضعة في **الصبغيات(*) chromosomes** والصبغيات عبارة عن جسيمات تشكل كتلاً كالخيوط وتسمى **الصُبْغين chromatin** عندما لا تكون الخلية في طور الانقسام.

- **الفجوات vacuoles** أكياس ممتلئة بالسوائل موجودة في **السيتوبلازما** وهي صغيرة ومؤقتة في الخلية الحيوانية وتعمل على إخراج المواد (أنظر **جهاز غولجي**)، أو احتواء الموائع الداخلة (أنظر **pinocytosis**، ص 99) أما الخلايا النباتية فمعظمها يحتوي على فجوة واحدة دائمة مملوءة **بالسائل الخلوي cellsap**

- **سيتوبلازما cytoplasm** هي المادة التي تحدث فيها كل التفاعلات الكيميائية الضرورية لوجود الحياة (أنظر **العُضيّات**) وهي ذات طبقة خارجية هلامية الطبيعة بوجه عام، وطبقة داخلية سائلة (أنظر **البلازما الخارجية والبلازما الداخلية** ـ الصورة ص 40)

(*) الحبيلات 12 الدنا (الحموض النووية) 96 نصف نفوذ 99، النويات، الصبغيات 96



العُضَيّـــات

العُضيّات organelles جسيمات دقيقة موجودة في السيتوپلازما. ولكل نوع من العضيات (أدناه) دور حيوي تضطلع به في التفاعلات الكيميائية التي تجري في داخل الخلية

المركز

الفجوة

الغشاء الخلوي

النوية

• الجسيمات الريبية ribosomes جسيمات كروية دقيقة، لها علاقة ببناء البروتينات من الحموض الأمينية (أنظر ص 100)، ترسل المعلومات «المُكَوَّدة» (المحمولة في جزيئات الدنا DNA داخل النواة) إلى الجسيمات الريبية في جديلات من مادة الرنا المرسال (mRNA) الذي يمرِّر الرموز (الشيفرة) كي تنضم الجسيمات الريبية إلى الحموض الأمينية بالشكل الصحيح لتأليف البروتين الصحيح ويوجد الرنا RNA بشكلين آخرين على الأقل في الخلايا. أما الجسيمات الريبية فمصنوعة من الرنا الريبوزومي ribosomal RNA (انظر النويات(*) nucleoli) وجزيئات الرنا الناقل (tRNA) التي تحمل الحموض الأمينية إلى الجسيمات الريبية

• الشبكة البلازمية الداخلية endoplas-mic reticulum. نظام معقد من الأكياس المسطحة التي تنثني نحو الغشاء الخلوي وتتصل بالغشاء النووي (أنظر النواة). وهذه الشبكة تؤمن مساحة كبيرة لخزن السوائل وممرات تجري فيها السوائل. وتسمى الشبكة مع الجسيمات الريبية المنتشرة على سطحها **الشبكة الصلبة**، أما عندما تكون مجردة من الجسيمات الريبية فتدعى **الشبكة الطرية**.

• مركَب غولجي Golgi complex يسمى أيضا **الجسيم الشبكي dictyosome** وهو منطقة متخصصة من الشبكة البلازمية الداخلية الطرية. يجمع المواد المخلَّقة في الخلية ويوزعها (كالبروتينات وبقايا التفاعلات الكيميائية). وهذه المواد تملأ الأكياس التي تنفتح أطرافها الخارجية تدريجياً إلى أن تنفصل أجزاء عن الجهاز لتكوِّن **الفجوات vacuoles** التي تخرج بعد ذلك من الخلية عبر **السيتوپلازما والغشاء الخلوي**

• الجسيمات الحالّة lysosomes أكياس كروية تحوي «أنزيمات»(*) **enzymes** قوية. تبتلع الأجسام الغريبة الدخيلة كالبكتريا لتدمرها الانزيمات. ولا يسمح غشاء الجسيم الخارجي بخروج الأنزيمات عادة إلى الخلية (حتى لا تحلل محتوياتها من العضيات الأخرى). ولكن إذ تضررت الخلية فإن غشاء الجسيم الحال يتلاشى، وتهضم الخلايا نفسها

(*) الأنزيمات 103 الرنا (الحموض النووية) 96 النويات 12

العضيّات (تابع)

● **المُرَيكزان centrioles**. جسمان يوجدان خارج النواة(*) مباشرة في الخلايا الحيوانية. ويقع كلاهما في جزء مكثف من السيتوبلازما(*) (الجسيم المركزي centrosome). يتكوّن كل مريكز من أسطوانتين دقيقتين تشكلان معاً حرف T وتتألف الأسطوانة من تسع مجموعات من ثلاثة أنابيب دقيقة تسمى نبيبات دقيقة **microtubules** وللمريكزان دور مهم في انقسام الخلية

● **الحُبَيبات الخيطية mitochondria**. (مفردها **mitochondrion** حُبَيبة) عُضوية الشكل جلدتها الخارجية مكونة من طبقتين. أما الطبقة الداخلية فتتشكل من سلسلة **طيّات** (عروف) تؤمن مساحة واسعة لحدوث التفاعلات الكيميائية الحيوية في داخل الحُبَيبات الخيطية (تدعى كذلك: «بيوت الطاقة» في الخلية). وهي المكان الذي تتحلّل فيه المواد البسيطة التي تمتصها الخلية لتوفير الطاقة لمزيد من المعلومات أنظر **التنفّس الهوائي aerobic respiration**، ص 104.

● **النُوَيّات nucleoli**. (مفردها **نُوَيّة nucleolus**). جسم كروي صغير أو أكثر يوجد في **النواة**(*). وهي تنتج أجزاء **الجسيمات الريبية**(*) التي تنقل بعد ذلك إلى خارج النواة تتجمع في السيتوبلازما(*).

● **الخُبَيلات plastids** جسيمات دقيقة توجد في سيتوبلازما(*) الخلايا النباتية. يخزن بعضها (**الجُبَيلات البيضاء leucoplasts**) النشاء أو الزيت أو البروتينات ويحتوي بعضها الآخر (**خُبَيلات اليخضور**(*) **chloroplasts**) على الكلوروفيل(*)

انقسام الخَلية

انقسام الخلية cell division. انشطار خلية واحدة (**الخلية الأم parent cell**) إلى خليتين ابنتين **daughter cells** متطابقتين. وهناك نمطان من الانقسام الخلوي، يتضمن كلاهما انقسام النواة(*) **nucleus** (**الانقسام النووي karyokinesis**) ثم الانقسام السيتوبلازمي ونصف فيما يلي على هذه الصفحة والصفحة التالية الانقسام الخلوي من النمط الأول (ويُسمّى **الانشطار الثنائي binary fission**) وبنتيجة هذا الانقسام تنشأ الخلايا الجديدة الضرورية للنمو كما أنها تحل مكان ملايين الخلايا التي تموت كل يوم إما بسبب التلف أو المرض أو لأنها «تبلى». وهو أيضاً يعني **التكاثر اللاجنسي**(*) **asexual reproduction** في كثير من العضويات وحيدات الخلية. أما النمط الثاني الخاص من الانقسام الخلوي فإنه ينتج الأعراس(*) **gametes** التي تنجم عن اتحادها نشوء كائن حي جديد. ولمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع أنظر الصفحتين 94 و 95

● **الانقسام الخيطي (التخيُّط) mitosis** انقسام النواة(*) عندما تنقسم الخلية الحيوانية أو النباتية إما للنمو وإما للتجديد (**الانشطار الثنائي binary fission**). ويضمن هذا الانقسام حصول النواتين الجديدتين (**الإبنتين daughter nuclei**) على العدد نفسه من الصبغيات(*) **chromosomes** (وهي الجسيمات التي تحمل المعلومات الوراثية «المكوَّدة») فكل نواة جديدة تحصل على العدد نفسه الذي كان موجوداً في النواة الأم ويُسمى عدداً **ثنائي الصيغة diploid number** ولكل كائن حي **عدده ثنائي الصيغة المميِّز له**، أي أن كل خلاياه (باستثناء الأعراس(*)) تحتوي على العدد نفسه من الصبغيات المتجمعة في أزواج متماثلة تسمى **الصبغيّات المتماثلة homologous chromosomes** فللبشر مثلاً 46 صبغيّة متجمّعة في 23 زوجاً ومع أن التخيّط عملية متواصلة، إلا أنه يمكن تقسيمه إلى أربعة أطوار وقبل كل انقسام خيطي ثمة دائماً طور يدعى **الطور البَيْني interphase**

(*) تكاثر لاجنسي 92 جبيلة يخضور 27 حُسَيمات ريبية 11 سيتوبلازما 10 الصبغيات 96 أعراس 93 الكلوروفيل (اليخضور) 27 (الحصف) النواة 10

● الطور البيني interphase [illegible]

[illegible] المحتبط [illegible] الصبغي [illegible]

chromatin [illegible] صبغيه [illegible]

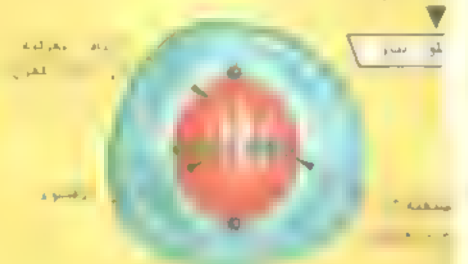
chromatids [illegible] الطور الأول [illegible] prophase

أطوار التخيُّط (نرى فقط صبغيين[*] - لدى الإنسان 46 صبغية)



يتطلب هبوط الصبغي[*] في النواة[*] يتشكل الصبغيات [illegible] بتلاشي الغشاء النووي[*] [illegible] لكل منهما أن [illegible] لوسي متماثلين (صبغيدين) [illegible] (مركز الأقسوم centromere) [illegible] مريكزان [illegible] كل منهما [illegible] أحد قطبي الخلية

يسمى الألياف المغزلية spindle fibres والاشعاعات النجمية astral rays [illegible] غشاء نووي[*] جديد حول كل مجموعة من [illegible] الصبغيات [illegible] على مريكزان في كل من الخليتين الجديدتين (بعد الانقسام السيتوبلازمي)



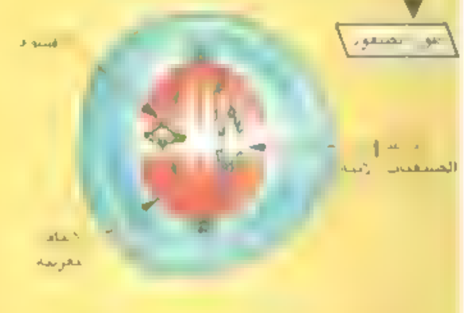
المريكزان (عند القطبين المتقابلين) يطلقان أليافًا بروتينية تسمى الألياف المغزلية التي تتحد فتشكل كرة أو مغزلا، وتتحرك الصبغيات[*] (أي الصبغيدات المزدوجة) نحو خط الاستواء فتتعلق بالألياف المغزلية بواسطة أقسومها



خلية نباتية (تخيُّط تام)



●**الانقسام السيتوبلازمي cytokinesis** هو انقسام سيتوبلازما الخلية، الذي تتكوَّن بنتيجته [illegible] حول [illegible] خلال الانقسام الخيطي (أو الانقسام المنصِّف meiosis) في الخلايا الحيوانية يتكوَّن **ثلم انفلاق cleavage furrow** حول خط استواء الخلية ثم يضيق فيفلق الخلية بالكامل إلى قسمين. أما في الخلايا النباتية، فيتشكل خط انقسام يسمى **الرقيقة الوسطى middle lamella** وسط الخلية وينشأ جدار خلوي[*] **cell wall** جديد [illegible]



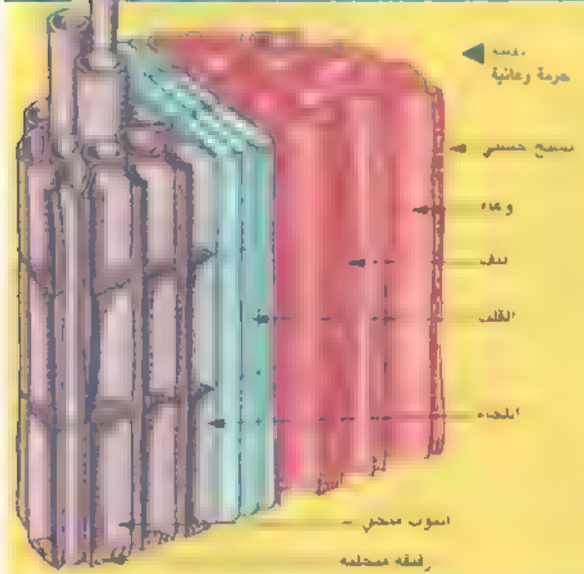
تتناسخ الأقسوم فيتحرك الصبغيدان من كل زوج [illegible]

النباتات الوعائية

باستثناء النباتات البسيطة كالطحالب والفطريات (انظر مخطط التصنيف ص 110-111)، تعتبر النباتات كلها **نباتات وعائية vascular plants** ذلك انها جميعها ذات منظومة معقدة من نسيج متخصص ناقل للسوائل يسمَّى **النسيج الوعائي vascular tissue**. ولمزيد من المعلومات حول كيفية سير السوائل في النسيج الوعائي، انظر الصفحتين 24 و 25 وتصنف النباتات الوعائية جميعا في قسم **النباتات الوعائية Division Tracheophyta** (انظر ص 111)



- **النسيج الوعائي vascular tissue** نسيج متخصص يمتد على طول النبات الوعائي، ويحمل السوائل ويساعد في دعمه. وفي الجذوع اليافعة، ينتظم النسيج عادة في وحدات منفصلة بعضها عن بعض تسمى **الحزم الوعائية vascular bundles**. اما في الجذوع الأقدم فتلتحم الحزم بعضها مع بعض لتؤلف لبًا مركزيا (**الأسطوانة الوعائية(*) vascular cylinder**). اما في الجذور اليافعة فيختلف انتظام النسيج بعض الشيء، إلا أن لباً مركزياً ما يلبث أن يتكون فيما بعد. ولمزيد من المعلومات انظر الصفحة 18. ويوجد النسيج الوعائي بنوعين مختلفين، **النسيج الخشبي واللحاء**، تفصل بينهما طبقة نسيجية تدعى **القُلْب**.



مكونات النسيج الوعائي

- **النسيج الخشبي (الكيسم) xylem** النسيج الناقل للماء صعوداً في النبتة ويتكون من اوعية تتخللها خلايا رفيعة (الألياف fibres) وفي الجذوع الأقدم، [illegible] النسيج الخشبي المركزي فتمتلئ الاوعية لتشكل **خشب القلب(*) heartwood**
- **اللحاء phloem** النسيج الذي يوزع الغذاء المصنوع في الأوراق على كل اقسام النبتة. ويتكوَّن من انابيب منخلية **sieve tubes** ومن خلايا مرافقة **companion cells** متخصصة إلى جانبها، وخلايا أخرى مرصوصة حولها لدعمها. ويعتقد أن الخلايا المرافقة تنقل السوائل

(*) الاسطوانة الوعائية 18 اللب الخشبي 19

أنسجة أخرى في النباتات الوعائية

- **البشرة epidermis** طبقة رقيقة من النسيج تغطي كل أقسام النبات. وفي بعض الأمكنة، وخصوصاً في الأوراق، توجد فيها ثقوب دقيقة تُسمَّى **ثُغيْرات**(*) **stomata** ويحل في الجذوع الأقدم **النُجب**(*) **phellem** محل البشرة. أما في الجذور المتقادمة فتحل أولاً **أدمة تحتيَّة exodermis** محلها ثم يليها النجب
- **القُشيْرة cuticle**. طبقة خارجية رقيقة من مادة شمعية تسمى **الكوتين cutin** تنتجها البشرة فوق الأرض. ويكمن دورها في منع خسارة الكثير من الماء.
- **القشرة cortex** طبقة من النسيج في داخل بشرة الجذوع والجذور مباشرة. وتحتوي بشكل أساسي على **المُلْحمة parenchyma** (أو النسيج الحشوي) وهي نوع من الأنسجة ذات خلايا كبيرة وفراغات هوائية عديدة. وفي بعض النباتات توجد أيضاً بعض **الأنسجة الضامَّة collenchyma**، وهي نوع من الأنسجة الداعمة ذات خلايا طويلة سميكة الجدران. ومن خصائص القشرة أنها تميل إلى الضمور مع تقادم النبتة لتحل محلها أنسجة أخرى.
- **الأدمة الداخلية endodermis** الطبقة الداخلية من قشرة **cortex**الجذر، وتحتوي على **خلايا مرور passage cells** خاصة. فالسوائل التي تَسْرُب بين خلايا القشرة ـ بدلاً من المرور عبرها ـ توجِّهها نحو المنطقة المركزية من **النسيج الوعائي**
- **اللب medulla** أو **pith** منطقة النسيج المركزية التي توجد في الجذع ولا توجد في الجذر عادة. ولا تسمَّى عادة لبا إلا متى أنشأ الجذع **أسطوانة وعائية**(*) واللب مكوَّن من **المُلحمة** كما هو حال القشرة، ويستخدم أحيانا لخزن الغذاء

- **الأوعية vessels** أو **القصبات tracheae** أنابيب طويلة في الكيسم تحمل الماء. جدرانها مُقوَّاة بمادة صلبة تُسمَّى **ليغنين lignin**. وهي من الخلايا التي ماتت جدرانها والبروتوبلازما(*) **protoplasm** فيها
- **الأنابيب المنخلية sieve tubes**. عواميد طويلة من الخلايا في اللحاء، فقدت **أنويتها**(*) وبروتوبلازمها(*) على أنها احتفظت بجدرانها التي تصلها ببعضها وتسمَّى هذه الخلايا **رُقيْقات منخليَّة sieve plates**، وتحتوي على ثقوب دقيقة تسمح بنفاذ المواد.
- **القُلْب cambium** طبقة ضيقة من خلايا ذات جدران رقيقة تقع بين الكيسم من الداخل واللحاء من الخارج. وهذه الخلايا قابلة للانقسام لتنشئ المزيد من أنسجة الكيسم واللحاء. ومثل هذه المنطقة الخلوية تدعى **النسيج القسوم**(*) **meristem**

(*) الأدمة تحتية 17 الأسطوانة الوعائية 18 البروتوبلازما 10 الثغيرات 21 الشعيرات الجذرية (القلنسوة الجذر) 17 النجب 19 النسيج القسوم 16 النواة 10

الجــذوع والجـذور

الجذع **stem** والجذور **roots** هي الأسس الرئيسية الداعمة للنبات. وتلعب دوراً هاماً في نقل السوائل (انظر الصفحات 14 و15 و24 و25). فيما يلي تعداد أقسامها المتنوعة. وللمزيد من المعلومات عن نمو الجذع والجذور مع تقدم عمر النبات، انظر الصفحتين 18-19

- **النسيج القسوم meristem** منطقة يبدأ منها النمو الجديد. وخلايا هذا النسيج قابلة للانقسام منتجة خلايا جديدة. والنسيج القسوم الموجود في رأس الجذر (**نقطة النمو**) أو في الجذع (جزء من **البرعم الطرفي**) يُسمى **النسيج القسوم القمّي apical meristem**

الجذع وما يتصل به

- **الرئد shoot** جذع جديد يتفرَّع عن الجذع الأساس أو يفرخ من البذرة.
- **البرعم bud** نماء صغير على الجذع يتطور لينجم عنه إما رئد أو زهرة
- **برعم إبطي axillary bud** ويسمى كذلك **برعماً جانبياً lateral bud** أو **برعماً ثانوياً secondary bud** وهو برعم يقع في **الإبط axil** والإبط هي الزاوية الواقعة بين **الرئد** والجذع الذي منه يتفرَّع.
- **البرعم الطرفي terminal bud** برعم ينمو عند نهاية الجذع أو الرئد
- **العقدة node** مكان على الجذع تنمو منه الورقة بعرق أو دونه
- **الأنبوبة internode** المنطقة الواقعة بين **عقدتين** على الجذع أو على **الرئد**

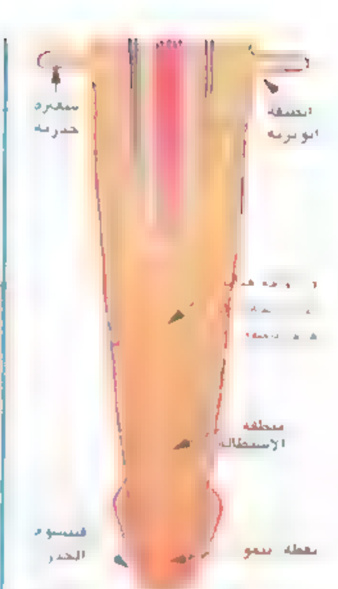
أقسام الجـذر

- **نقطة النمو growing point**. المنطقة التي تلي رأس الجذر مباشرة حيث تنقسم الخلايا لتنتج نمواً جديداً.
- **منطقة الاستطالة zone of elongation** منطقة الخلايا الجديدة التي أنتجتها **نقطة النمو** وتليها مباشرة. فالخلايا تتمدَّد طولاً عند امتصاصها للماء وذلك لأن **جدرانها[*] cell walls** ما تزال بعد طرية لينة. وهذه الاستطالة تدفع برأس الجذر عميقاً في التربة



(*) الجدار الخلوي 10

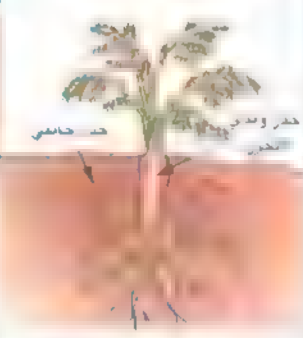
أنواع الجذور



● **الطبقة الوبرية piliferous layer** المنطقة الأينع في بشرة[*] epidermis الجذر او جلدته الخارجية، وهي التي تنتج **الشعيرات الجذرية** وتقع الطبقة الوبرية فوق **منطقة الاستطالة zone of elongation** فعندما تتصلب جدران الخلايا المتطاولة، تتحول الخلايا الخارجية إلى طبقة وبرية والطبقة الوبرية الاقدم (وهي أعلى في الجذر) تبلى بالتدريج مع مضي الوقت وتحل محلها طبقة من خلايا متصلبة تسمى **الأدمة التحتية exodermis** (وهي الطبقة الخارجية من القشرة[*] cortex)

● **الشعيرات الجذرية root hairs** نميات طويلة نامية من خلايا الطبقة الوبرية. تمتص الماء والمعادن

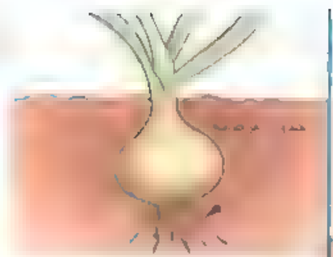
● **قلنسوة الجذر root cap** طبقة من الخلايا التي تحمي راس الجذر اثناء نموه



● **الجذر الوتدي tap root** الجذر الاول، او **الجذر الاولي primary root**، وهو اكبر من الجذور الصغيرة الجانبية، الثانوية التي تتفرع منه. ومعظم الخضروات عبارة عن جذور وتدية منتفخة



● **الجذور الليفية fibrous roots** جهاز من جذور متفرّعة ليفية كثيرة متشابهة من حيث الحجم ومتفرعة **لجذور جانبية** ولا يبرز الجذر الاول في هذا النوع من الجذور الليفية كما هو الحال في **الجذور الوتدية**



● **الجذور العرضية adventitious roots** الجذور التي تنمو من الجذع مباشرة، إنها تنمو من **البصلات**[*] bulbs او من الفُقل cuttings



● **الجذور الهوائية aerial roots** هي جذور تنبت من الجذوع ولا تغرز في التربة. وتستعملها النباتات في الزحف والتسلق كنبات اللبلاب وكثير منها يمتص الرطوبة من الهواء



● **الجذور الداعمة prop roots** نوع خاص من **الجذور الهوائية**، وتنبت من الجذع ثم تنغرز في الارض التي قد تكون تحت الماء. ومهمة هذه الجذور ان تحمل نباتات ثقيلة كنبات القرام mangrove

(*) البشرة (القشرة) 15 البصلة 34

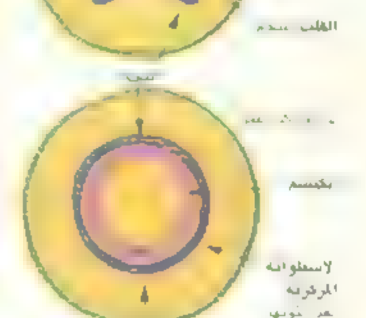
في داخل النبات المعمر

يكوّن النبات الذي يعمر عدة سنوات، كالأشجار، نسيجاً ثانوياً **secondary tissue** كلما تقادم به السن. وهذا النسيج يتألف من طبقات نسيجية جديدة تكسو النسيج الأصلي أو **النسيج الأولي**(*) **primary tissue**. ويشكّل **نسيج وعائي**(*) **vascular tissue** دعم وناقل للسوائل في اتجاه مركز النبات، كما ينشأ نسيج دفاعي (حمائي) نحو الخارج. ويسمى نشوء النسيج الوعائي الجديد **الثخانة الثانوية**، الأمر الذي ينتج عنه ما يعرف **بالنبات الخشبي woody plant**

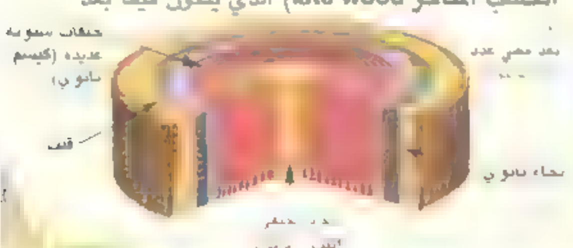
النسيج المركزي الجديد

- **الأسطوانة المركزية الوعائية vascular cylinder** تنمو بوصفها الخطوة الأولى من الثخانة الثانوية في الجذوع ويتكون المزيد من أنسجة **القُلب**(*) **cambium** بين **الحزم الوعائية**(*) **vascular bundles** فيؤدي ذلك إلى نشوء مزيد من **الكيسم**(*) **xylem** و**اللحاء**(*) **phloem** معاً بشكل أسطوانة متواصلة
- **الثخانة الثانوية secondary thickening** يتكوّن المزيد من النسيج الوعائي الناقل للسوائل عاماً إثر عام في النباتات المعمّرة، مما يسبب ازدياداً تدريجياً في قطر الجذع والجذور. ففي كل عام تنشأ طبقات جديدة من **الكيسم**(*) (الكيسم الثانوي) واللحاء(*) (اللحاء الثانوي) عن طريق خلايا القُلب القسومة الموجودة بينهما. وهذه العملية تحدث في الجذوع بشكل مختلف قليلاً عن كيفية حدوثها في الجذور، وينتج عنها قلب من النسيج الوعائي دائم التضخُّم (ممّا يؤدي إلى عصر اللب(*) **pith** في الجذوع) ويتألف معظم هذا القلب من الكيسم، الذي يسمى أيضاً **خشباً wood**. أما منطقة اللحاء فلا تتوسع كثيراً، وذلك لأن اندفاع الكيسم باتجاه الخارج يحتّها
- **الحلقات السنوية annual rings** هي الدوائر المتمركزة التي يمكن رؤيتها في مقطع عرضي لشجرة معمرة. فكل حلقة تمثل نمواً سنوياً جديداً للكيسم(*)، وتتشكّل من منطقتين منفصلتين هما: **خشب الربيع spring wood** الطري (أو **الخشب المبكر early wood**) الذي يتكوّن باكراً من موسم النمو، و**خشب الصيف summer wood** الصلب (أو **الخشب المتأخر late wood**) الذي يتكون فيما بعد









(*) الحزم الوعائية 14 (النسيج الوعائي) اللب 15 الكيسم 14 القلب 15 اللحاء 14 النسيج الأولي 14



النسيج الخارجي الجديد

تعمد النباتات المعمرة أيضاً ـ كما هو حال النسيج الوعائي(*) ـ إلى تشكيل طبقات إضافية زائدة من النسيج حول خارجها بقصد حمايتها. وهذه الطبقات من الداخل إلى الخارج هي على التوالي: الأدمة النُجبية ومولد النَجب والنَجب. وتعرف هذه الطبقات الثلاث مجتمعة باسم الأدمة المحيطية periderm

- **مولد النَجب** phellogen أو القلب النَجبي cork cambium. طبقة من الخلايا تنشأ باتجاه الخارج في جذوع النباتات المعمَّرة وجذورها. إنها نسيج مَسوم(*) meristem، أي طبقة خلايا لا تتوقف عن الانقسام. وهذه الطبقة تُنشىء طبقتين هما الأدمة النُجبية والنَجب.
- **الأدمة النُجبية** phelloderm. طبقة خلايا جديدة يُنشئها مولد النَجب من جهته الداخلية، وهي تكمل القشرة(*) cortex وتُسمّى أحياناً القشرة الثانوية secondary cortex
- **النَجب** phellem أو الفلّين cork طبقة خلايا جديدة ينشئها مولد النجب من جهته الخارجية، وتتفلّن suberization الخلايا، أي أن جدرانها تمتلىء بمادة شمعية تدعى سوبرين suberin، فتجعل الطبقات الخارجية صامدة للماء. وتموت خلايا النجب ببطء فتحل محل طبقة الخلايا الخارجية السابقة (البشرة(*) epidermis في الجذوع والأدمة النجبية(*) exodermis في الجذور) وتسمى خلايا النجب الميتة القلف bark.

- **خشب القلب** أو الجلب heartwood الجزء المركزي الأقدم من الكيسم(*) في نبات مُسنّ. وفيه تمتلىء الأوعية(*) vessels ولا تعود تحمل السوائل، بل تضطلع بدور داعم فقط.



- **خشب النُسغ** sapwood المنطقة الخارجية من الكيسم(*) في نبات مُسنّ، وتواصل أوعيته نقلها للسوائل، إضافة إلى دعم وتخزين الاحتياطات الغذائية

- **العديسات** lenticels فتحات صغيرة تنشأ في النجب يتنفس بواسطتها النبات المتقادم الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وفي داخل العديسات أقنية ومسارب من خلايا موضوعة لا تتيح للغازات أن تعبر الأنسجة الخارجية إلى القشرة(*) ومنها وهي أيضاً ذات فراغات هوائية.

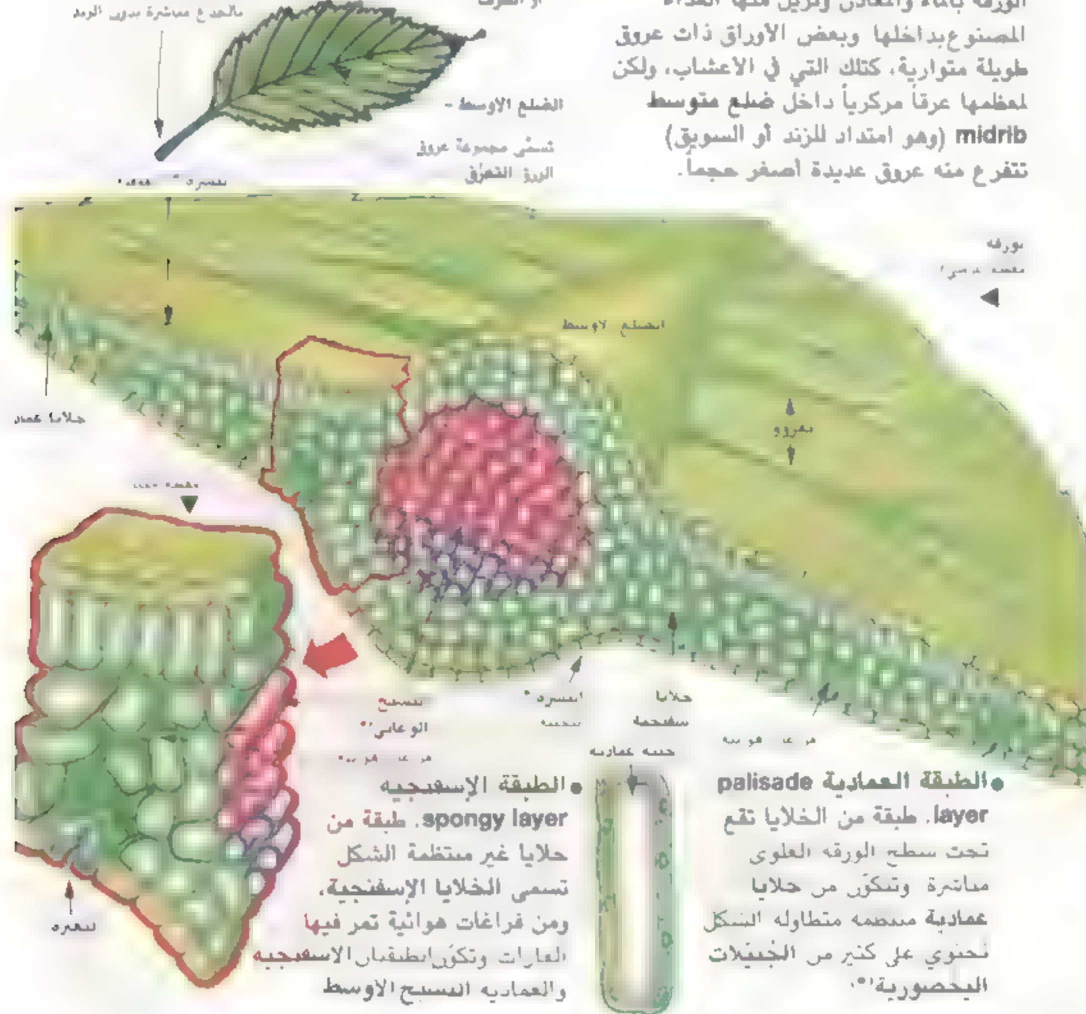
(*) الأدمة النجبية 17، الأوعية 15، البشرة، القشرة، القلب 15، الكيسم 14، اللحاء 14، النسيج المسوم 16، النسيج الوعائي 14

الأوراق

تسمى أوراق النبتة ككل **foliage**، وهي الجزء المكيّف لصنع الغذاء. ويقوم بذلك من خلال عملية خاصة تدعى **التخليق الضوئي photosynthesis**. لمزيد من المعلومات حول هذه العملية، انظر ص 26-27. وللأوراق أشكال وأحجام متنوعة عديدة، ولكنها على نوعين فقط: **الأوراق البسيطة simple leaves** المكونة من نصل blade واحد أو **رقيقة lamina**، و**الأوراق المركبة compound leaves** التي تتألف من عدة نصول تسمى **وُرَيقات leaflets** وتنمو على سُوَيق واحد. توجد على الصفحة 22 لوحة تضم أشكالا مختلفة من الأوراق.

في داخل الورقة

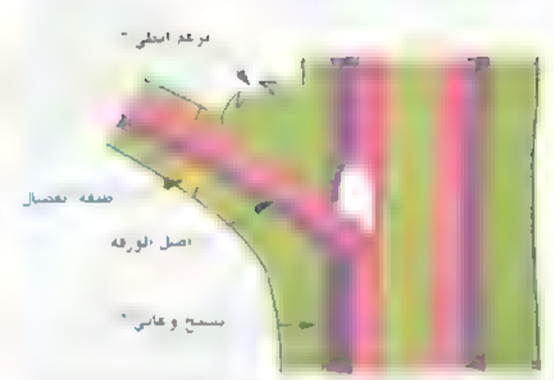
- **العروق veins**. قطاعات طويلة ضيقة من النسيج الوعائي (*) **vascular tissue** تمدّ الورقة بالماء والمعادن وتزيل منها الغذاء المصنوع بداخلها. وبعض الأوراق ذات عروق طويلة متوازية، كتلك التي في الأعشاب، ولكن لمعظمها عرقاً مركزياً داخل **ضلع متوسط midrib** (وهو امتداد للزند أو السويق) تتفرع منه عروق عديدة أصغر حجماً.



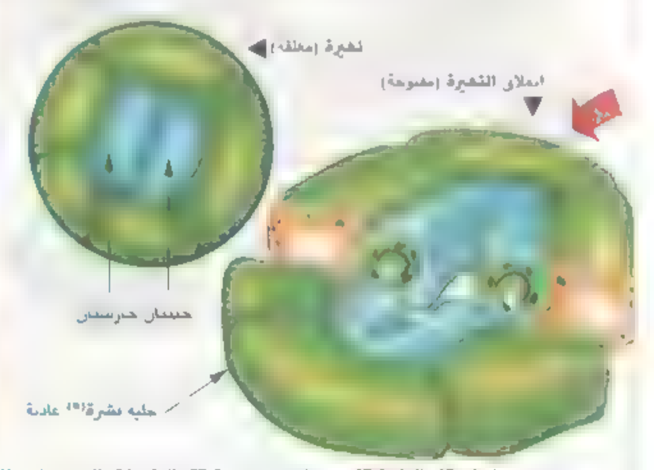
- **الطبقة العمادية palisade layer**. طبقة من الخلايا تقع تحت سطح الورقة العلوي مباشرة وتتكوّن من **خلايا عمادية** منتظمة متطاولة الشكل تحتوي على كثير من **الجُبَيلات اليخضورية** (*).

- **الطبقة الإسفنجية spongy layer**. طبقة من خلايا غير منتظمة الشكل تسمى **الخلايا الإسفنجية**. ومن فراغات هوائية تمر فيها الغازات. وتكوّن الطبقتان الإسفنجية والعمادية النسيج الأوسط.

(*) البشرة 15 الجبيلات اليخضورية 27 النسيج الوعائي 14



- **أصل الورقة leaf trace** منطقة من **النسيج الوعائي(*)** تتفرع من النسيج الوعائي للجذع لتشكل **عرق** الورقة المركزي
- **طبقة انفصال abscission layer** طبقة من الخلايا تقع عند قاعدة زند الورقة وتنفصل عن الأجزاء الأخرى من النبتة في وقت محدد من السنة (يحفزها على ذلك **هرمون(*) hormone** يسمى حمض الأبسيزيك **abscisic acid**) وهذا ما يسبب تساقط الأوراق مشكلاً ندوب الأوراق **leaf scars** مكانها
- **الثُغيْرات stomata** (مفردها **stoma**) فتحات دقيقة في **البشرة(*) epidermis** (الجلدة الخارجية) يجري عبرها تبادل الماء (**النتح(*) transpiration**) والغازات. وتوجد الثُغيْرات بشكل أساسي في الجانب السفلي للورقة
- **الخَلايا الحارسة guard cells** أزواج من الخلايا هلالية الشكل يحيط كلّ زوج منها بثُغيْرة. وتنفتحان وتنغلقان بتغيير شكلهما. وهذا ما يضبط تبادل الماء والغاز. وهي الخلايا السطحية الوحيدة إضافة إلى **الجبيلات اليخضورية(*)**.





أوراق خاصة

- **الأذينة stipule** وريقة دون زند تنمو عند قاعدة زند الورقة في عديد من النباتات
- **القنابة bract** ورقة تنمو عند قاعدة زند الزهرة في عديد من النباتات
- **الحالق tendril** ورقة (أو جذع) خيطية الشكل تلتف حول دعامة ما أو تلتصق بها
- **الشوك spine** ورقة مُحوَّرة عند نباتات الصُبّار، تقلص حجمها حتى لا تخسر النبتة كثيراً من الماء.

(*) برعم إبطي 16 البشرة 15 جبيلات يخضورية 27 النتح 24 النسيج الوعائي 14 الهرمونات 106



أنواع الورق المركب

في ما يلي بعض أنواع الورق المركب، أوراق مؤلفة من وريقات (*) leaflets، وكذلك بعض التشكيلات والحروف الورقية او الحواف، margins والصور ليست بالمقياس الطبيعي

● الراحية palmate وتتشعب الوريقات (خمس او اكثر) من نقطة واحدة مشتركة

● ثلاثية الأوراق وريقاتها الثلاثية تنمو من نقطة واحدة

● الثلاثية ternate ورقة ثلاثية الأوراق لها ثلاثة فصوص

● الريشية pinnate تكون الوريقات او الريش في ازواج متقابلة

● ثنائية الريش bipinnate ثلاثية الريش ... الوريقات

تشكيلات الورق

● اللولبية spiral تنمو الاوراق من نقاط تشكل لولبا على الجذع

● المتقابلة opposite ازواج اوراق تنمو من جانبي الجذع المتقابلين

● المتقاطعة decussate ازواج متقابلة يتعامد كل زوج مع الزوج الذي يسبقه

● الوريدة rosette او الدوارة whorl ... من الاوراق ... من نقطة واحدة

● وريدة قاعدية basal rosette وريدة تنمو عند قاعدة الجذع

● المثقوبة perfoliate ... [illegible]

حـروف الـورق

● الصحيحة entire ليس في حرف الورقة اي نوع من التسنن

● المنشارية serrate ورقة ذات حرف مسنن بشكل دائري وقد تكون مفصصة

● المفصصة lobed يشكل حرف الورقة قطاعات او فصوصا، وقد تكون منشارية serrate

(*) الوريقات 20

حساسية النبــات

ليس للنباتات جهاز عصبي، لكنها تتمتع مع ذلك بالحساسية **sensitivity** أي أنها تبدي ردات فعل على بعض أنواع الحث، وهي تفعل ذلك بتحريك أجزاء منها متخصصة أو بالنمو. وهذا ما يطلق عليه اسم الانتحاء **tropism** ومنه انتحاء ايجابي **positive tropism** وهو حركة أو نمو باتجاه العامل الحاث، وانتحاء سلبي **negative tropism** وهو حركة أو نمو بعكس اتجاه العامل الحاث.

• **الانتحاء الضوئي** **phototropism** أي الاستجابة للضوء، وعندما يكون الضوء ضوء الشمس تسمى الاستجابة انتحاء شمسيا **heliotropism**. ومعظم الأوراق والجذوع تبدي هذا الانتحاء فتلتف وتنمو باتجاه الضوء.

• **الانتحاء اللمسي** **haptotropism** و **thigmotropism** الاستجابة للمس أو التلامس، كالتفاف شُعيرات الندية (ورد الشمس) الدبقة حول الحشرة عندما تحط عليها.

• **الانتحاء المائي** **hydrotropism** الاستجابة للماء، فالجذور مثلاً قد تنمو باتجاه جانبي إذا كان فيه كمية أكبر من الماء.

• **الانتحاء الأرضي** **geotropism** الاستجابة لفعل الجاذبية، وهذا ما تفعله كل الجذور بنموها نحو الأسفل مخترقة التربة.

باتجاه الماء

الجذور تنمو مستجيبة للجاذبية

• **الحاوب الضوئي** **photoperiodism** استجابة النبات لطول النهار أو الليل **photoperiod** وخصوصاً في ما يعود لبدء الإزهار. والتحاوب الضوئي يعتمد على عدد من الأمور كعمر النبتة ودرجة حرارة محيطها. فنباتات النهار القصير **short- day plants** لا تنتج إزهاراً إلا إذا كان النهار أقصر من طول معين (يسمى الطول الحرج **critical length**) أما نباتات النهار الطويل **long- day plants** فلا تنتج إزهارها إلا إذا كان النهار طويلا. ويُعتقد أن الأمر الذي يزهر بموجبه النبتة



يحمله الهرمون **hormone** إلى المنطقة المعنية في النبتة منطلقاً من الأوراق حيث يتم تخليقه وذلك عندما تكون الشروط المتوفرة ملائمة. وقد سُمّي هذا الهرمون مولد الزهر **florigen**. وبعض النباتات حيادية حيال طول النهار **day-neutral plants**، أي أن لا علاقة لإزهارها بطول النهار.

• **هرمونات النمو** **growth hormones** أو **ضوابط النمو** **growth regulators** مواد تحفز نمو النبات وتضبطه وتنتج في الأنسجة القسومة[*] **meristems**. (وهي مناطق تنقسم فيها الخلايا باستمرار) ومن هذه الهرمونات الأوكسين **auxin** والسيتوكينين **cytokinin** والجبريلين **gibberellin**

(*) النسيج القسوم 16 الهرمونات 106

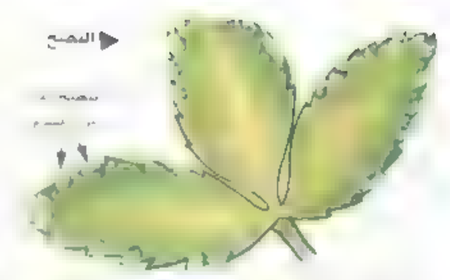
نقل السوائل النباتية

يُسمّى نقل السوائل في النبات انتقال الغذاء translocation. فالسوائل تنتقل داخل الأنسجة الوعائية (*) vascular tissues المكونة من النسيج الخشبي(*) xylem واللحاء(*) phloem. فالنسيج الخشبي يحمل الماء (وفيه الأملاح المعدنية الذائبة) من الجذور إلى الأوراق، في حين يحمل اللحاء الغذاء من الأوراق ويوزعه على مختلف أقسام النبتة التي تحتاجه.

- **النُتْح transpiration**. فقدان الماء بواسطة التبخر، عبر فتحات دقيقة تسمى **الثُغَيْرات(*) stomata** وتقع في السطح السفلي من الورقة.
- **تيار النتح transpiration stream**. سلسلة من العمليات الثابتة التي تجري في النبات. عند فقدان الخلايا الورقية الخارجية الماء بواسطة **النتح** يزداد تركيز المعادن والسكريات في **فجواتها(*) vacuoles** بالمقارنة مع تركيز المواد نفسها في الخلايا الداخلية، فيعبر الماء إلى الخارج **بالتناضح(*) osmosis**، الأمر الذي يسبب دفع الماء نحو الأعلى عبر انابيب **النسيج الخشبي(*)** في الجذوع والجذور (بمساعدة **الخاصية الشعرية(*)**)، فتمتص الجذور مزيداً من الماء.
- **الفعل الشعري capillary action** الطريقة التي تتحرك بها السوائل نحو الأعلى في الأنابيب الضيقة. تُدْفع جزيئات السوائل نحو الأعلى بالتجاذب بينها وبين جزيئات جدران الأنابيب
- **الضغط الجذري root pressure** ضغط ينشأ في جذور بعض النباتات ففي كل النباتات، ينتقل الماء من التربة إلى النبتة عبر طبقات خلايا الجذور بقوة **التناضح(*)**. وفي النباتات التي ينشأ في جذورها ضغط جذري، يكفي الضغط الناتج عن حركة هذا الماء كي يدفعه نحو الأعلى في أنابيب **النسيج الخشبي(*)**. أما بعد ذلك، فيتكفل تيار **النتح transpiration stream** «بجذبه» صعداً. أما في نباتات أخرى فتعود حركة الماء عبر الخلايا الجذرية إلى «انجذابها» بواسطة تيار النتح

(*) التناضح 99، التبخر 21، الفجوات 10، الخشب، اللحاء، النسيج الوعائي 14

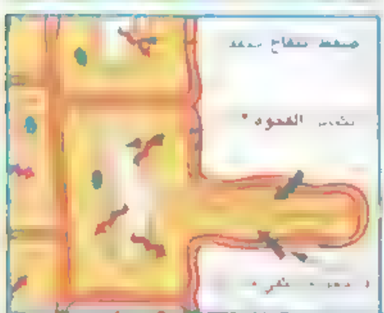
• **النضح guttation** ظاهرة توجد في النباتات التي تبدي ضغطاً جذرياً **root pressure**. فقد يؤدي الضغط الزائد، مضافاً إلى «السحب» الناتج عن تيار النتح **transpiration stream** إلى إخراج قطرات الماء من مناطق الافراز المائي في الخلايا (المناتح **hydathodes**) عبر مسام دقيقة تقع عند رأس الورقة أو على طول حوافها

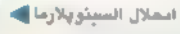




• **الإنتفاخ turgor** حالة الخلايا في نبتة صحيحة. فكل خلية تبلغ مرحلة لا يعود في وسعها أخذ المزيد من الماء (أي تصبح **منتفخة turgid**) والماء الذي يعبر إلى **السائل الخلوي**(*) **cell sap** (معادن وسكريات ذائبة) بقوة**التناضح**(*) يصل إلى **فجوته vacuole** المركزية الكبيرة فتتضخم حتى تبلغ حدها الاقصى ولا تستطيع تجاوزه لأن الضغط من الخارج (**ضغط الانتفاخ**) يتساوى مع القوة المعاكسة **بجدار الخلية**(*) **cell wall** الصلب (**ضغط الجدار wall pressure**) مثل هذه الخلايا تمكن النبتة من الثبات والانتصاب.

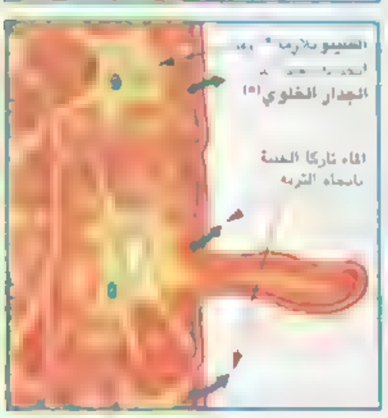






• **الذبول witting** حالة من التهدل تصاب بها النبتة التي تعرضت إلى ظروف معينة، كزيادة في الحرارة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية من الماء (بواسطة **النتح transpiration**) تفوق الكمية التي تستطيع امتصاصها، فينخفض **ضغط الانتفاخ** (انظر **الانتفاخ**) في **فجوات الخلايا**، وتصبح الخلايا رخوة مترهلة لا تقوى على دعم النبتة، فتتهدل.





إنحلال السيتوبلازما

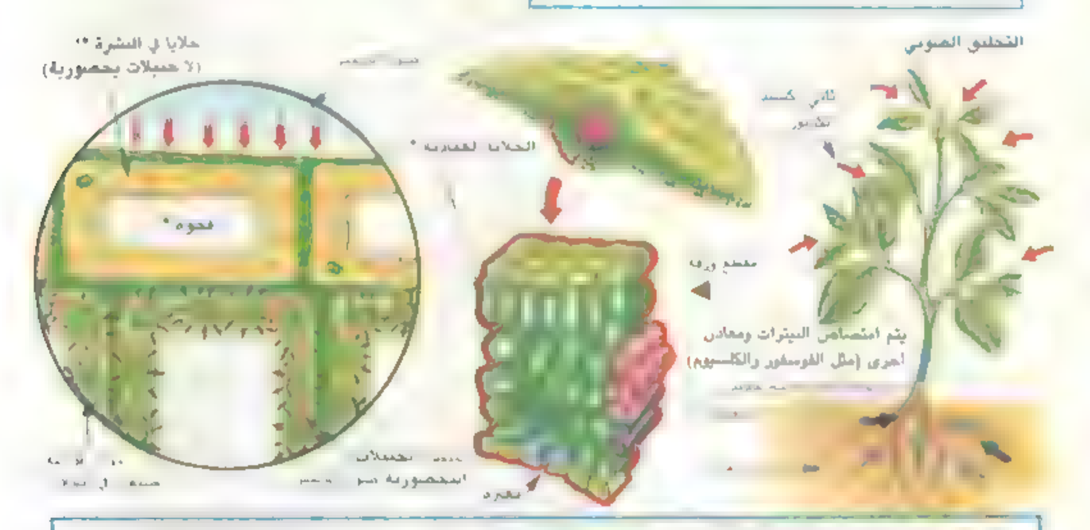
• **إنحلال السيتوبلازما plasmolysis** حالة متطرفة قد تتسبب بموت النبتة. تفقد النبتة في هذه الحالة كمية كبيرة من الماء، لا عن طريق النتح في ظروف الحرارة المرتفعة فحسب (انظر **الذبول**)، بل عن طريق **التناضح**(*) أيضا مع تربة جافة جداً أو ذات تركيز معدني عالٍ جداً. تنكمش بعد ذلك **الفجوات**(*) الخلوية إلى حد إبعاد **السيتوبلازما**(*) **cytoplasm** عن **الجدران الخلوية**(*)

(*) التناضح 99 السيتوبلازما 10 المعرات الجدرية 17 الفجوات 10 (الجدار الخلوي)

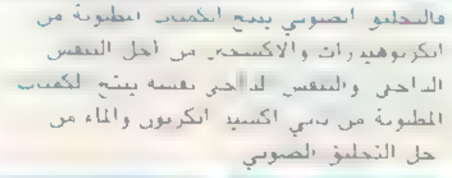
إنتاج غذاء النبات

معظم النباتات القدرة على صنع غذائها الذي تحتاجه لكي تنمو وتحصل على الطاقة (بعكس الحيوانات التي تأخذه من الخارج) وتسمى العملية التي بواسطتها يتم صنع الغذاء المعقد انطلاقاً من مواد بسيطة **التخليق الضوئي** **photosynthesis**

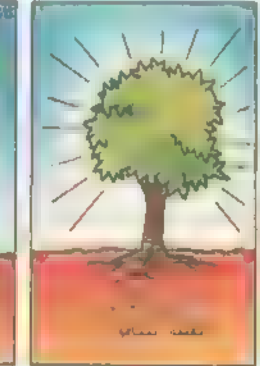
• **التخليق الضوئي photosynthesis.** سلسلة من التفاعلات الكيميائية تصنع النباتات الخضراء بواسطتها غذاءها، وتجري بشكل رئيسي في **الخلايا العمادية**(*) **palisade cells** الموجودة في الأوراق ويتحد ثاني أكسيد الكربون مع الماء (الذي يحتوي على المعادن) مستعينا بالطاقة التي تمتصها **الحُبيبات البخضورية** من ضوء الشمس، الأمر الذي ◄

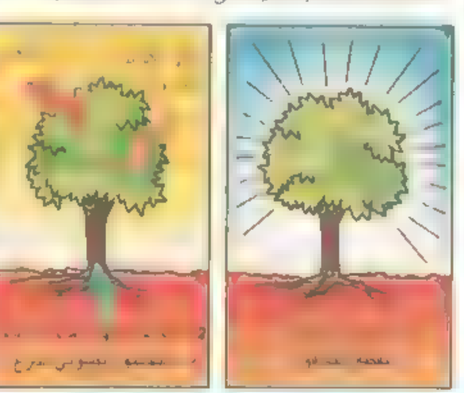


• **نقطتا التكافؤ compensation points** نقطتان في الأربع والعشرين ساعة (عادة حوالي الغسق والفجر) عندما تتكافأ عمليتا **التخليق الضوئي والتنفس الداخلي**(*) **internal respiration** (انظر عن الصفحة التالية)



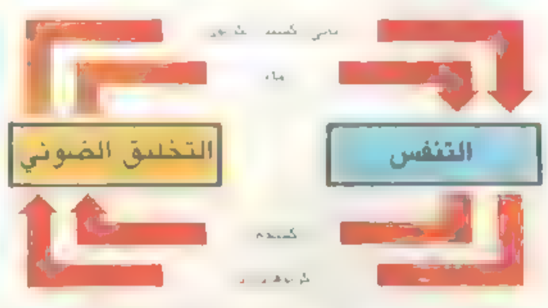
فالتخليق الضوئي ينتج الكميات المطلوبة من الكربوهيدرات والأكسجين من أجل التنفس الداخلي والتنفس الداخلي نفسه ينتج الكميات المطلوبة من ثاني أكسيد الكربون والماء من أجل التخليق الضوئي



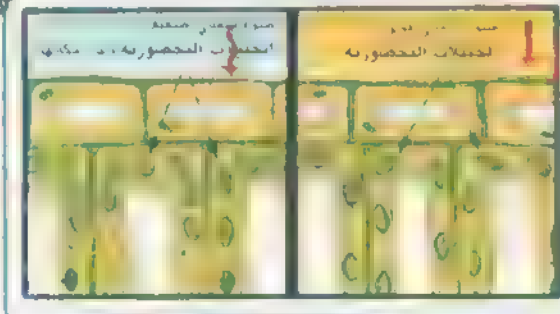


(*) البشرة 15 التنفس الداخلي 104 الخلايا العمادية 20 (الطبقة العمادية) الفجوات 10

◄ ينتج الأكسجين إضافة الى غذاء النبات
يعمل التخليق الضوئي بالتنسيق مع عملية **التنفس الداخلي**(*) أي تحليل الغذاء لإنتاج الطاقة. ينتج التخليق الضوئي الأكسجين والكربوهيدرات اللازمة لعملية التنفس الداخلي، في حين ينتج التنفس الداخلي ثاني اكسيد الكربون والماء (اللازمين لعملية التخليق الضوئي). وفي معظم الأحيان، تجري إحدى



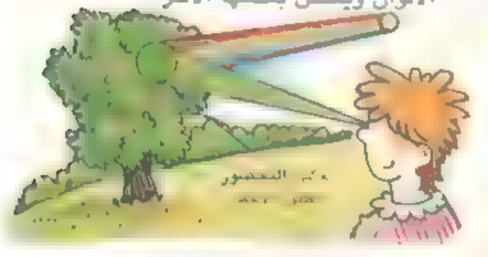
العمليتين بسرعة تفوق سرعة الأخرى، وهذا يعني أنه قد تمّ صنع كميات مفرطة من منتجاتها في حين لم يصبح في النبتة كمية كافية من المواد اللازمة لها. وفي هذه الحالة ثمة ضرورة لتلقي الكميات الإضافية وتصريف الكميات المفرطة وتخزينها (أنظر الصورتين 2 و 4 على الصفحة المقابلة)



● **الجبيلات اليخضورية chloroplasts** جسيمات صغيرة موجودة في الخلايا النباتية (في الأوراق بصورة رئيسية) تحتوي على **مادة صبغية** تسمى **اليخضور**. يمتص اليخضور طاقة ضوء الشمس ويستعملها في إمداد **التخليق الضوئي بالطاقة**. وقد تتحرك الجبيلات اليخضورية في داخل الخلية وفقاً لكثافة الضوء واتجاهه. انظر أيضاً الصفحة 12



● **الخضاب pigments** مواد ماصّة للضوء. يتألف الضوء الأبيض عادة من طيف ألوان مختلفة عديدة. وكل خضاب (أو صبغ) يمتص بعض الألوان ويعكس بعضها الآخر



● **اليخضور chlorophyll** هو خضاب يوجد في كل الأوراق. ويمتص الضوء الأزرق والبنفسجي والأحمر فيما يعكس الضوء



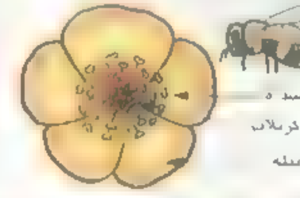
الأخضر ولذلك تبدو الأوراق خضراء اللون. وهناك أنواع أخرى من الخضاب توجد أيضاً في الأوراق كاليصفور **xanthophyll** والكاروتين **carotene** وحمض التنيك **tannin** التي تعكس الضوء البرتقالي والأصفر والأحمر في الطيف. إلا أن اليخضور يحجبها أثناء فصل النمو وفي الخريف، يتحلّل اليخضور فتظهر ألوان الأوراق الخريفية للعيان

(*) التنفس الداخلي 104

الأزهـــار

تحتوي الأزهار flowers في الغالب على أعضاء التكاثر reproduction (أي أعضاء إنتاج حياة جديدة: أنظر ص 30) وفي النباتات الخنثية hermaphrodite كالخوذان والخشخاش، تحتوي الأزهار على أعضاء التذكير والتأنيث معاً. ومن النباتات مزدوجة الجنس monoecious، كالذرة مثلاً فيها نوعان من الأزهار موجودان في النبتة نفسها: الأزهار السدائية staminate ذات أعضاء التذكير فقط، والأزهار المدقية pistillate ذات أعضاء التأنيث فقط. ومن النباتات منفصلة الجنس dioecious كالبهشية holly مثلاً، فلها أزهار سدائية في نبتة وأزهار مدقية في نبتة منفصلة

- **الكرسي receptacle**، الطرف المتّسع للسويق، أو **الزند peduncle**، حيث تنمو الزهرة.
- **البتلات petals** هي رقيقة تكون عادة مختلفة الألوان زاهيتها وتحيط بأعضاء التكاثر وغالباً ما تكون معطّرة (لجذب الحشرات) وتعرف البتلات مجتمعة باسم **التُويج corolla**

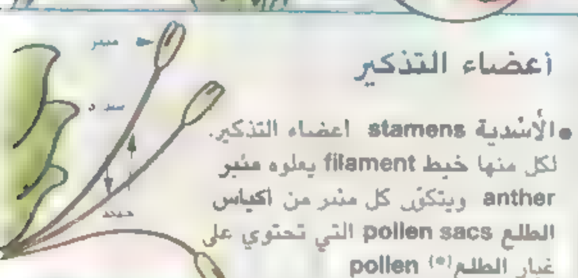


- **الكاسبات sepals** هي صغيرة أشبه بالأوراق تحيط بالبرعم وتعرف مجتمعة باسم **الكأس calyx** تبقى في بعض الأزهار وكأنها حلقة حول البتلات المتفتحة، فيما تذبل وتتساقط عند أزهار أخرى كالخشخاش



- **المعتريات nectaries** هي مطوية في الخلايا تقع عند قاعدة البتلات وتنتج سائلاً سكرياً يسمّى **الرحيق nectar** هذا السائل يجذب الحشرات التي تقوم **بتلقيح pollination** الأزهار. ويُعتقد ان الخطوط المعتمة التي تشاهد عند أسفل البتلات تدلّ الحشرات على الرحيق، فتسمّى **أدلة العسل honey guides**

أعضاء التذكير



- **الأسدية stamens** اعضاء التذكير. لكل منها **خيط filament** يعلوه **مئبر anther** ويتكوّن كل مئبر من **أكياس الطلع pollen sacs** التي تحتوي على **غبار الطلع**(*) **pollen**

(*) التلقيح، غبار الطلع 30

أعضاء التأنيث



- **الكربلة carpel** أو **المدقّة pistil** عضو التأنيث المتكون من **المبيض والسمة والقلم**. بعض الأزهار ذات كربلة واحدة وبعضها يحتوي على عدة كرابل مجتمعة.
- **المبايض ovaries** بنى تأنيثية. كل مبيض هو جزء من كربلة ويحتوي على بُذيرة أو عدة **بذيرات ovules** تحتوي الواحدة منها على خلية جنسية أنثوية. والبذيرة مثبتة **بحبل funicle** يشدها إلى جدار المبيض الداخلي المسمّى **المشيمة placenta** أما الحبل فيرتبط بالبذيرة في نقطة تسمّى **الرُزّ chalaza**
- **السُمة stigma**. الجزء الأعلى من الكربلة ويكون سطحها عادة دبقاً حتى تتمكن حبيبات **اللقاح**(*) **pollen** (أو غبار الطلع) من الالتصاق بها أثناء **التلقيح**(*) **pollination**
- **القلم style**. جزء من الكربلة يصل ما بين **السمة والمبيض** وثمة العديد من الأزهار ذات قلم واضح، كالنرجس الكاذب daffodil. فيما تتميز أزهار أخرى بقلم قصير جداً كالحوذان buttercup وثمة أزهار ليس لها قلم على الإطلاق كالخشخاش poppy
- **المؤنث gynaecium**. اسم جماعي للأجزاء المؤنثة في الزهرة المكوّنة من كربلة واحدة أو من عدة كرابل



كيف يتم توزيع الأجزاء



- **زهرة تحت مائنثية hypogy-nous flower**. تقع الكربلة (أو الكرابل) في قمة الكرسي، وتنمو كل الأجزاء الباقية من حول قاعدتها. يسمّى وضع هذه الكربلة وضعاً **فوقياً superior**



- **زهرة محيطيّة perigynous flower**. ترتكز الكربلة (أو الكرابل) على كرسي **receptacle** شبيه بالفنجان، أما الأجزاء الأخرى كلها فتنمو من حول إطارها. تكون الكربلة هنا في وضع **فوقي**



- **زهرة علوية epigynous flower**. أجزاء الزهرة تنمو من قمة الكرسي الذي يحيط تماماً **بالمبيض** (أو المبايض) ولكنها لا تحيط **بالسمة والقلم**. مثل هذا المبيض يسمّى مبيضاً **سفلياً inferior**



- **المذكر androecium** اسم جماعي للأجزاء المذكرة في الزهرة، أي مجموع الأسدية

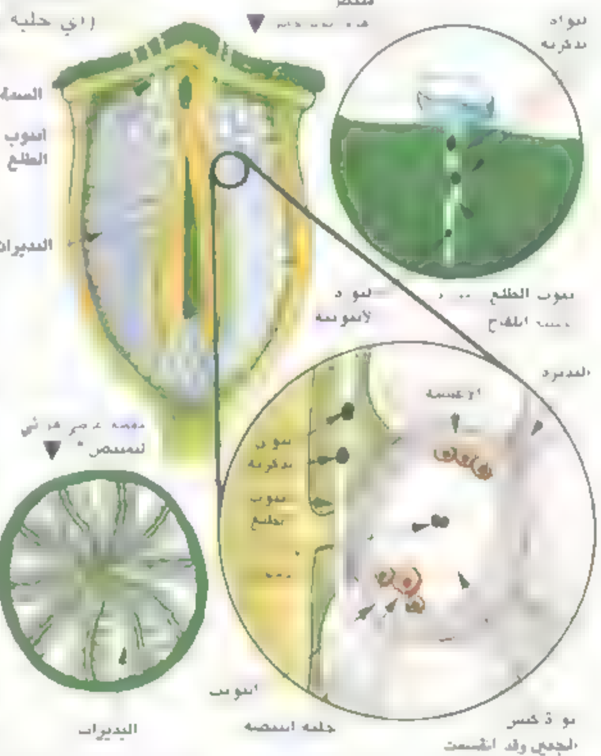
التكاثر في النباتات المزهرة

التكاثر reproduction هو خلق حياة جديدة. تتكاثر النباتات المزهرة جميعها بالتكاثر الجنسي* sexual reproduction وذلك عندما تتحد العروس* gamete الذكرية (خلية جنسية) مع العروس الأنثوية. وفي النباتات المزهرة توجد العرائس الذكرية (مجرد نوى ذكرية* male nuclei) في غبار الطلع أو حبيبات اللقاح، فيما توجد العرائس الأنثوية في البديرات.



- **غبار الطلع أو اللقاح pollen** حُبيبات تشكلها أسدية* stamens الأزهار. وكل حُبيبة هي خلية خاصة ذات نواتين(*) nuclei. فعندما تستقر حبيبة اللقاح على المبيض* ovary تنشطر إحدى النواتين (وهي النواة التوليدية generative nucleus) إلى نصفين مشكلة بذلك نواتين ذكريتين (الأجسام الذكرية - انظر المقدمة).

- **البُديرات ovules** البنى الدقيقة الموجودة في جسم الزهرة الموئث أو المبيض(*) والتي تتحول بعد الإخصاب إلى بذور. تحتوي كل بديرة على خلية منتشة (كيس الجنين embryo sac) محاطة بطبقات نسيجية تُسمى الأغشية integuments باستثناء نقطة واحدة توجد فيها ثقب دقيق (النويب micropyle). وقبل الإخصاب تنقسم نواة(*) كيس الجنين عدة مرات (انظر التكاثر العروسي الأنثوي ص 95) ويؤدي ذلك إلى نشوء عدد من الخلايا الجديدة (التي يصبح بعضها جزءاً من مخزون غذاء البذرة) ونواتين عرسيتين مندمجتين معاً. وإحدى هذه الخلايا هي العروس* gamete (أي خلية جنسية أنثوية) أو خلية البيضة.



- **التأبير pollination، التلقيح** العملية التي تنقل بواسطتها حبيبة اللقاح نواها الذكرية (انظر غبار الطلع) إلى مبيض(*) الزهرة. فالحبيبة تحط على السمة(*) stigma وتكوّن أنبوب الطلع pollen tube تحت سيطرة النواة الأنبوبية tube nucleus (تلك التي لم تنقسم - انظر غبار الطلع). ينمو الأنبوب نحو الأسفل عبر نُسيج المبيض ويدخل البديرة عبر النويب. بعدئذ تسلكه النواتان الذكريتان.

- **الإخصاب fertilization**. بعد التأبير تتحد إحدى النواتين الذكريتين (انظر غبار الطلع) مع خلية البيضة في البديرة ليشكلا معاً الزيج* zygote، أي الخلية الأولى من النبتة الجديدة، أما النواة الثانية فتتحد مع النواتين الأنثويتين المندمجتين فتنتج الخلية التي تتطور فيما بعد إلى المدراء الداخلية endosperm.

(*) السداة 28، المدراء الداخلية 33، التكاثر الجنسي 92، الزيج 93، السمة 29، العروس 10، المبيض 29، النواة 10، نوى ذكرية 93



● التأبير المختلط cross pollination. تأبير نبتة بطلع نبتة أخرى من نوعها (فالطلع إذا وقع على نبتة من نوع آخر لا ينمو، أي أنه لا ينمّي أنابيب الطلع). والطلع يمكن أن يحمله الهواء أو الحشرات التي تسعى إلى رشف الرحيق(*) nectar



● التأبير الذاتي self pollination. تأبير نبتة بطلعها. وعلى سبيل المثال تحاول زهرة سحلبية النحل أن تجتذب ذكر نحل Eucera (من أجل تأبير مختلط) وذلك بأن تبدو كأنثى نحل لها الرائحة نفسها. وإذا لم يزرها ذكر النحل فإن أسديتها(*) (الأجزاء الذكرية) تنحني على ذاتها فسقط الطلع إلى السمة(*) في مبيضها(*) (الأجزاء الأنثوية)

أنواع الأزهار وتشكيلاتها



● النورة inflorescence مجموعة أزهار أو رؤيسات تنمو من نقطة واحدة



● الرويس flowerhead أو الزهرة المركبة: عنقود أزهار صغيرة أو زهيرات florets

● الزهيرات القرصية زهيرات ذات بتلات متساوية الحجم

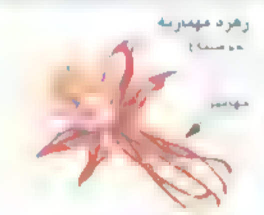
● الزهرات الشعاعية زهيرات ذات بتلة طويلة واحدة



● الخيمات umbellifer نورة رويساتها ذات شكل مظلي وتسمى الخيميات umbels



● الجريس bell flower تسمى أيضاً زهرة أنبوبية tubular أو زهرة جلجلية campanulate تتصل بتلاتها بشكل جرسي



● زهرة مهمازية spurred flower زهرة ... أو بتلات ... أو ... مشكلة مهامير



● زهرة مشفهة lipped flower زهرة ذات ... علياً وسفلى ... تكون لسعة ...



● زهرة بسلية pea flower زهرة ... من بتلة عليا (المعيارية) وبتلتين جانبيتين (الجناحين) وبتلتين سفليتين تشكلان صالب التويج keel (يضم الأعضاء التناسلية)

* الأسدية 28 الرحيق 28 (المفردات) السمة 29 المبايض 29

البـــذور والانتاش

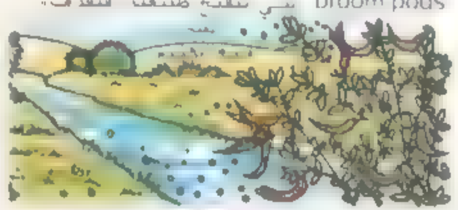
بعد الاخصاب * fertilization في النباتات المزهرة تنمو البذيرة* ovule لتصبح بذرة seed تحتوي البذرة على الجنين embryo، وهو نبتة جديدة نامية، مضافة الى مخزون من الغذاء. ما المبيض * ovary فيتحول بعد نضوجه الى ثمرة تحمل بذرة او بذوراً. توجد على الصفحة 34 لوحة بصور ثمار مختلفة

• التشتت dispersal او الانتشار dissemination انتشار البذور الناضجة وتساقطها من ثمرة النبتة الام، ويحدث ذلك بإحدى طريقتين رئيسيتين استنادا الى كون الثمرة ام متفتحة او مطبقة

• ثمرة مُتفتحة dehiscent ثمرة تنفصل عنها البذور قبل ان تنفصل عن النبتة الام. وعلى سبيل المثال يوجد في جوز الخشخاش ثقوب



تقذف عبرها البذور عندما يهز الهواء الجوز ومن الثمار المتفتحة الاخرى قرون الفوطبوس broom pods التي تتفتح طبيعيا فتقذف



البذور إلى الخارج. وفي كل الحالات تنتشر البذور إما بواسطة الهواء أو الماء أو وسائل اخرى.

• ثمرة مطبقة indehiscent ثمرة تنفصل عن نبتتها الام وتنحلل ناشرة بذورها. مثال ذلك انّ «مفاتيح» القيقب الدلبي الكاذب أو «مظلات»



الهندباء البرية (الطرخشقون) تحمل بالهواء فتتعلق بفراء الحيوانات وصوفها بعد ذلك

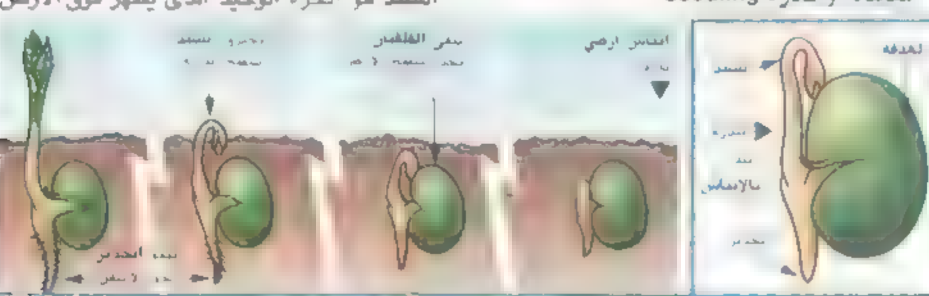


تهتريء الثمرة في التربة، فتعرى بذورها. وقد تأكل الحيوانات الثمرات القاسية للاكل ثم تخرجها بعد حين مع برازها.

الإنتـــاش

عندما تكون الظروف ملائمة تنتش البذرة يحترق السند plumule والجُذير radicle غلاف البذرة، وتبدأ بالنمو لتتحول إلى نبتة جديدة أو بادرة seedling

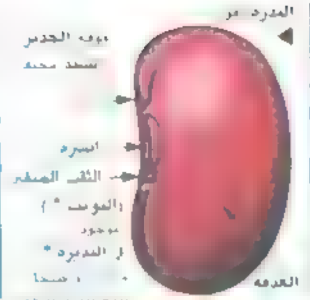
• أرضي hypogeal. نوع من الإنتاش germination كما هو الحال عند نبتة البازلاء، إذ تبقى فلقتا cotyledons البذرة تحت سطح الارض، مغلفتين بالغذفة testa في حين أن السُند هو الجزء الوحيد الذي يظهر فوق الأرض



أجـزاء البذرة

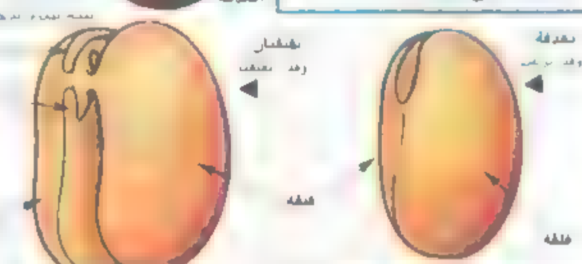
● السُّرة hilum علامة في البذرة تشير إلى المكان الذي كانت السُّرة[*] ترتبط فيه بالمبيض(*).

● العذفة testa غطاء البذرة الذي ينمو من الأغلفة integuments



● السُّويق plumule البرعم الأولي الذي يتكوّن في داخل البذرة ويتطور فيما بعد إلى فرع النبتة الجديدة الأول

● الجذير radicle الجذر الأول أو الجذر الأوّلي primary root في النبتة الجديدة، ويتكوّن في داخل البذرة

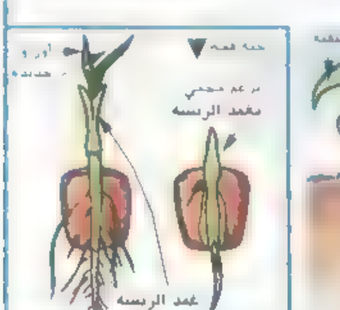


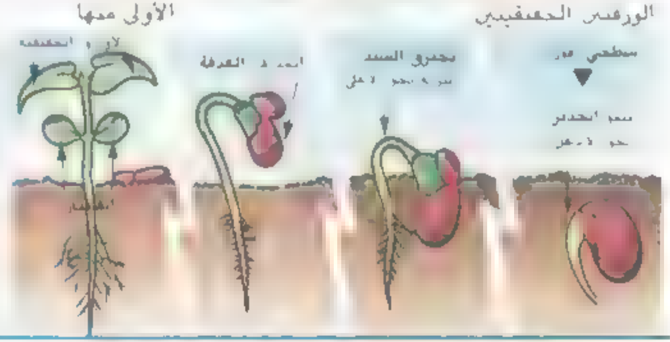
● البذراء الداخلية endosperm طبقة نسيجية في داخل البذرة تحيط بالنبتة النامية وتمنحها الغذاء وفي بعض النباتات (كالبازلاء) تمتص الفلقتان cotyledons البذراء الداخلية كلها وتختزنها قبل أن تنضج البذرة. وفي بعض النباتات الأخرى فلا تمتص البذراء الداخلية بكاملها إلا بعد إنتاش البذرة.

● الفلقة cotyledon أو الورقة البذرية seed-leaf ورقة بسيطة تشكّل جزءاً من النبتة النامية. وفي بعض البذور (الفول) تمتص الفلقة الغذاء من البذراء الداخلية وتخزنه. للبذرة فلقة واحدة في النباتات ذات الفلقة monocotyledons (الأعشاب)، وفلقتان في النباتات ذات الفلقتين dicotyledons (الفول والبازلاء)

● سطحي epigeal نوع من الإنتاش، كما هو الحال عند نبتة البذورة تظهر فيه الفلقتان فوق سطح الأرض وتحت الورقتين الأوليين أي الورقتين الحقيقيتين

● غمد الريشة coleoptile الورقة الأولى في العديد من ذوات الفلقة الواحدة (أنظر الفلقة). تحمي البرعم الأول، وتخرج الورقات الأولى منها

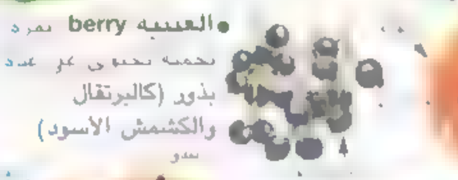




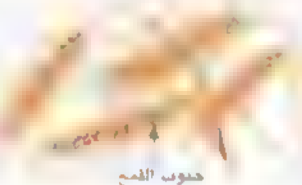
(*) الأغلفة أنبوب 30 (الدبرات) ... مابيض 29

الثمار

تحتوي الثمرة **fruit** على البذور. والثمرة الحقيقية **true fruit** هي الثمرة التي تنمو من **المبيض**(*) **ovary** وحده، في حين أن الثمرة الكاذبة تنمو من **الكرسي**(*) **receptacle** أيضاً (كالعريز أو الفراولة) ويُسمّى جدار الثمرة الخارجي **الغلاف الخارجي pericarp** وينقسم في بعض الثمار إلى قشرة الثمرة **epicarp** وجزء لحمي أو **الغلاف المتوسط mesocarp**، وطبقة داخلية أو **الغلاف الداخلي endocarp**. وفيما يلي أنواع الثمار الرئيسية



• **القرن legume** أو **pod** ثمرة ترتبط بذورها بجدارها الداخلي وتنفطر الثمرة على طول جانبيها حتى تطلق البذور.



• **العنبية berry** ثمرة لحمية تحتوي على عدة بذور (كالبرتقال والكشمش الأسود)



• **الجوزة nut** ثمرة جافة ذات قشرة صلبة، تحتوي على بذرة واحدة فقط (كالبندق أو الجوز).

• **الحبة grain** وتسمى أيضاً الثمرة **caryopsis** أو النواة **kernel** ثمرة صغيرة اندمج جدارها بغلاف البذرة (كالقمح)

حبوب القمح

• **البهمة achene** ثمرة صغيرة جافة ذات بذرة واحدة فقط كالفيقف والحوذان. وتسمى البهمة «المجنّحة» (كثمرة القيقب) **جناحية samara** أو **مفتاحية key fruit**

• **الدروبة drupe** ثمرة لحمية ذات بذرة صلبة في مركزها تسمى عادة نواة. مثالها الخوخ

• **التفاحيّة pome** ثمرة ذات طبقة خارجية لحمية سميكة ولب. تقع بذورها في داخل جزو كالتفاح. والتفاحيّة مثال على **الثمار الكاذبة** (أنظر مدخل هذه المادة)

التكاثر الخضري

بعض النباتات طوّرت، بالاضافة إلى إنتاج البذور، نوعاً خاصاً من **التكاثر اللاجنسي**(*) **asexual reproduction** يسمى **التكاثر الخضري vegetative reproduction** أو **vegetative propagation** بحيث يمكن لقسم من النبتة ان يتطور لوحده إلى نبتة جديدة





• **البصلة bulb** جذع قصير ثخين محاط بأوراق **حرشفية scale leaves** تحتوي على مواد غذائية مخزونة وتتكوّن في التربة بواسطة نبتة قديمة مائتة. متشكل بذلك الطور الساكن الأول للنبتة الجديدة التي تبرز بمثابة فرخ كبرعم في بداية موسم النمو التالي مثالها بصلة النرجس البرّي

(*) التكاثر اللاجنسي 32 الجذور العرضية 17 الكرسي 26 المبايض 29

● **القُرْمة corm**. جذع قصير ثخين شبيه بالبصلة إلا أن المخزون الغذائي موجود في الجذع نفسه. مثالها قرمة الزعفران crocus



● **الجِذمور rhizome** جذع ثخين ذو أوراق حرشفية، ينمو أفقياً تحت سطح التربة وينتج الجذمور على مدى طوله جذوراً وبراعم تنمو منها فروخ جديدة. وهناك العديد من الأعشاب التي تنتج الجذامير فضلاً عن السرخسيات والسوسنيات.



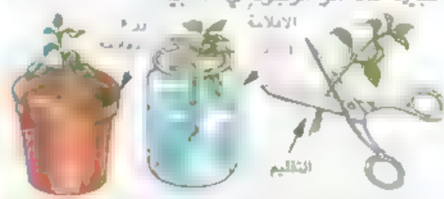
● **الرئد stolon** أو **runner** جذع ينمو أفقيا على مقربة من قاعدة بعض النباتات كالفريز (الفراولة) ومن الرئد تنمو جذور من نقاط معينة تنطلق منها كذلك نبتات جديدة.



● **العسْقل tuber**. جذع قصير ممتلىء مطمور يحتوي على مواد غذائية مخزنة وينتج براعم تنمو منها النبتات الجديدة مثاله البطاطس

الإكثار الاصطناعي

● **الإكثار الاصطناعي artificial propagation** طريقة تجارية في الزراعة والبستنة تستفيد من التكاثر الخضري vegetative reproduction لكون النبتات الجديدة لا تنمو بالضرورة دائما من بذور يعني أنه بالإمكان زيادة عدد النبتات بكميات كبيرة عما هو موجود في الطبيعة



● **التقليم cutting** عملية نزع جزء من جذع (الإقلامة) النبتة الأم وزرعه في التربة فتنمو نبتة جديدة. وفي بعض الحالات توضع الإقلامة أولا لبعض الوقت في الماء حتى تربي جذورا



● **التطعيم grafting** عملية نزع قطعة من جذع النبتة وإعادة لصقها في مكان آخر ويمكن أن يجري الإلصاق في مكان آخر من النبتة ذاتها ويعرف ذلك **بالتطعيم الذاتي autografting**. أو في نبتة أخرى من النوع نفسه (**التطعيم المتجانس homografting**) أو في نبتة من نوع آخر (**التطعيم اللامتجانس heterografting**). أما القطعة المنزوعة فتسمى **العُسْلُج scion**، في حين يُسمى مكان التطعيم **المطعَم stock**



● **البزعمة budding** نوع من **التطعيم** بالبرعم.

(٥) الجذور العرضية 17

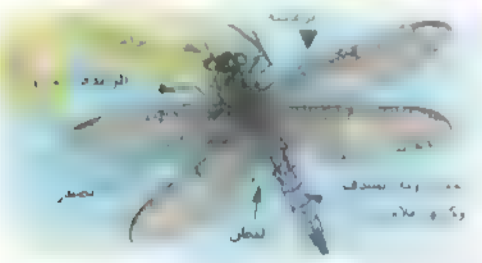
تركيب أجسام الحيوانات

توجد الحيوانات بأشكال كثيرة التنوّع تتراوح بين العضويات البسيطة وحيدة الخلية والعضويات المركّبة من ألوف الخلايا. ويعتمد إلى حد كبير طريقة تصنيفها (*) classification أي تقسيمها إلى مجموعات، على مدى تعقد تركيب أجسامها. وبهذا المعنى كثيرا ما نستخدم لفظتي **الحيوانات العليا higher animals والحيوانات الدنيا lower animals** إذ كلما كان الحيوان أعلى تعقدت أعضاؤه الداخلية. وبشكل عام فإن من خصائص الحيوانات العليا المميزة **تشدّفها** ووجود تجاويف في أجسادها وامتلاكها هيكلاً معيناً.

- **التَشدُّف segmentation** تقطُّع الجسم إلى أقسام أو شُدف منفصلة. وذلك في خطوة نحو التعقد انطلاقا من جسم غير مقطّع. وبشكل عام فكلما تعقد الحيوان كان التشدف أقل وضوحاً. أما الشكل الأكثر بدائية من أشكال



التشدُّف فهو التشدُّف القُسامي metameric segmentation أو **metamerism** والشُدف أو القُسامات قطع متشابهة إن لم تكن متطابقة فكل واحدة تحتوي، على أجزاء متطابقة إلى حد ما من الأجهزة الداخلية، ومترابطة في ما بينها عبر الجدران الداخلية التي تفصل بين الشدف. ومثل هذا التشدف يوجد لدى أكثر الديدان على سبيل المثال، ولدى **كثيرات الأرجل** (*) **myriapods** أما التشدف الأكثر تعقيدا فهو أقل وضوحا. فالحشرات مثلا ذات جسم ينقسم إلى ثلاثة أجزاء رئيسية هي الرأس **والصدر thorax والبطن abdomen** وكل جزء منها يمثل في الحقيقة مجموعة من الشدف تُسمَّى **قُسامة tagma** ولكن الشدف غير مقسَّمة بواسطة جدران داخلية، وإنما تبدو بمثابة علامات خارجية



- **الزائدة appendage** قسم تابع للجسم أي قسم يبرز من الجسم كالذراع أو الرجل أو الجناح

ترتيب الأجـزاء

- **التناظر ثنائي الجانب bilateral symmetry.** ترتيب أجزاء الجسم لا تصحّ معه إلا طريقة واحدة تقسم الجسم إلى نصفين متناظرين. وهو تشكيل يميز معظم الحيوانات المتحركة بحرية. وتسمى الحالة نفسها عند الأزهار **تناظراً زيجياً zygomorphy** (مثاله زهرة الحمص)

- **التناظر الشعاعي radial symmetry** ترتيب شعاعي لأقسام الجسم حول محور مركزي (مثل نجمة البحر)، يصح معه تقسيم الجسم إلى نصفين متناظرين بعدة طرائق (وأحياناً بمستويات مختلفة). وعند الأزهار تسمَّى هذا النوع من الترتيب **تناظرا شعاعياً actinomorphy** (مثاله الحوذان)

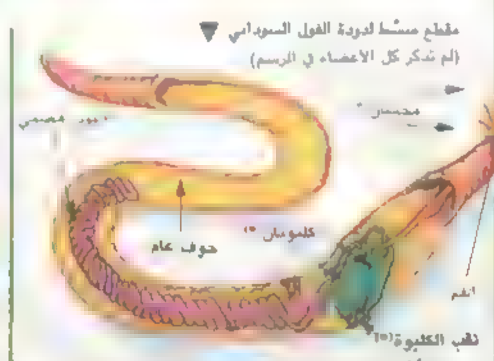


(*) التصنيف 110 كثيرات الأرجل 113 (الملاحظة 5)

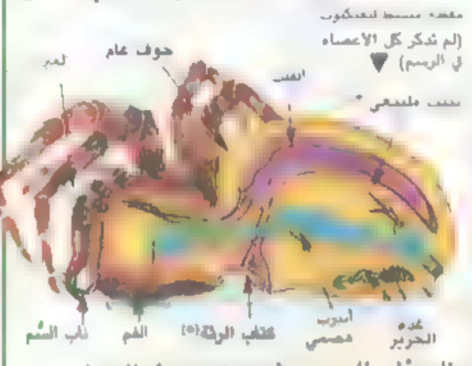
تجاويف الجسم

إن لمعظم الحيوانات كثيرة الخلايا جوفاً رئيسياً مملوءاً بسائل يعرف **بالجوف الحشوي peri-visceral cavity** يوسّد أعضاء الجسم ويحتويها (والحيوانات المعقدة كالبشر قد تتضمن تجاويف أخرى أصغر حجماً). أما طبيعتها الدقيقة فتتفاوت. ولكنها في معظم الحيوانات إما **جوف عام** أو **جوف دموي**. والجوف العام يلعب دوراً مهماً وحيوياً في حركة الحيوانات ذات الأجسام اللينة مشكلاً "كيساً" لا ينضغط يستند عليه العضلات. هذا النظام يعرف باسم **الهيكل المائي الساكن**

مقطع مبسط لدودة الفول السوداني ▼
(لم نذكر كل الأعضاء في الرسم)



مقطع مبسط لعنكبوت
(لم نذكر كل الأعضاء في الرسم) ▼

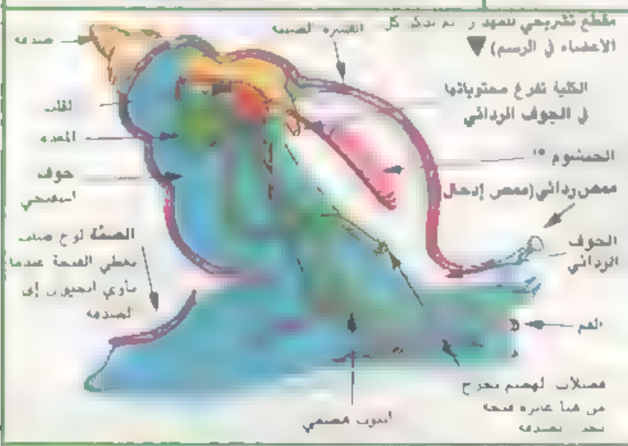


• **الجوْف العام coelom** الجوف الحشوي الرئيسي لدى الديدان العليا وشوكيات الجلد(*) كنجمة البحر **echinoderms** والفقاريات(*) **vertebrates** كالطيور. وهو مملوء بسائل لتوسيد الأعضاء، ومحاط بغشاء رقيق يبطّن جدار الجسم يعرف باسم **الصِّفاق peritoneum** وفي الحيوانات الدنيا كالعديد من الديدان، يسهم الجوف العام في عملية الإفراغ. فأعضاء الإفراغ، وهي **الكليوتان(*)**، تتصل بالجوف العام وتبعد منه الفضلات السائلة التي تمر فيه. بيد أن للحيوانات العليا أعضاء أكثر تعقيداً تضطلع بهذه الوظائف.

• **الجوْف الدموي haemocoel**. الجوف الحشوي الرئيسي المملوء بسائل عند **مفصليات الأرجل(*) arthropods** كالحشرات، وعند **الرُّخْويات(*) molluscs** كالبزاق والجوف عند الرُّخْويات هو أقرب إلى أن يكون شبكة إسفنجية من النسيج من كونه جوفاً حقيقياً. وهو يختلف عن الجوف العام باحتوائه على الدم. فهو جزء ممتد من الجهاز الدموي يدور عبره الدم. وقد يلعب عند بعض الحيوانات دوراً في عملية الإفراغ. ففي الحشرات مثلاً ينزُّ الماء والفضلات السائلة فيه فتخرجها **النُّبَيْبات الملبيغية(*) Malpighian tubules**

• **الجوف الرِّدائي mantle cavity** جوف الجسم عند الرخويات(*) ذات القوقعة كالبزّاق. ويقع بين الرداء **mantle** (وهو طبقة جلدية تبطّن القوقعة) وبقية أجزاء الجسم. وتعبر فضلات الهضم والإفرازات إليه في طريقها إلى خارج الجسم. وفي الرخويات المائية، يحمل الجوف الردائي أيضاً **الخياشيم(*) gills**. أما عند بزاق اليابسة فهو يقوم بدور الرئة

مقطع تشريحي لحلزون (لم نذكر كل الأعضاء في الرسم) ▼



(*) الأنابيب الملبيغية 45 نفق الكليوة 45 الخيشوم 44 الرخويات 112 شوكيات الجلد 113 كتب رئوية 44 ملعب شهيقي 44

كُسى أجسام الحيوانات

تكسو كل أجسام الحيوانات طبقة خارجية أو جلد، فضلاً عن غطاء إضافي متنوع. وفي حالات عديدة يكون الجلد مؤلف من عدة طبقات (كجلد الإنسان ـ انظر الصفحتين 82 و 83)، فيما يكون ناعما عند أكثر الحيوانات العليا كالشعر او الفرو او الريش. اما الأغطية الصلبة كالأصداف فغالباً ما تكون موجودة عند الحيوانات الدنيا لتشكل بالنسبة إليها اطرا داعمة في حال عدم وجود شكل داخلي endoskeleton عندها. وفي هذه الحالات يسمى الغطاء الهيكل الخارجي exoskeleton. في ما يلي ندرج بعض انواع الأغطية الرئيسية



- **القُشيْرة cuticle**. طبقة خارجية غير حية صامدة للماء عند كثير من الحيوانات يفرزها الجلد. وعند معظم الحيوانات ذات الأجسام الناعمة، تتصلب القشيرة لتشكل **الهيْكل الخارجي exoskeleton** كقشور السرطان وكذلك «الكساء» الخارجي القاسي لبعض الحشرات. ويستخدم مصطلح قشيرة غالبا لوصف «كسوة» الحشرة. والقشيرة مركبة من مادة سكرية (كيتين chitin) وبروتين قاس (سكليروتين sclerotin) وهي مؤلفة من صفائح صلبة sclerites، اي من قطع منفصلة تصل ما بينها مناطق مرنة ضيقة. وعند بعض الحيوانات كدودة الأرض تبقى القشيرة غطاء ناعماً ذا طبيعة شمعية

- **الحراشف scales**. هناك نوعان مختلفان من الحراشف. حراشف الأسماك العظمية كسمك الكارب carp، وهي صفائح عظمية صغيرة في الغالب تقع داخل الجلد. والحراشف التي تغطي اطراف العديد من الزواحف(•) reptiles، وهي عبارة عن مناطق جلدية غليظة

- **الدرع carapace**. قوقعة تشبه الدرع عند السرطان او السلحفاة. عند السلاحف، يتكون الدرع من صفائح عظمية ملتحمة معاً تحت جلد قرني. ولكنها عند السرطان ليست سوى قشرة متكلسة

- **السنيْنات denticles** او **الحراشف الصفيحيّة placoid scales**. صفائح حادة متجهة إلى الخلف تغطي أجسام الأسماك الغضروفية كالسفن البحري ray، وهي أشبه بأسنان نامية من الجلد خلافا للحراشف

- **الجناحان الغمديان elytra**. زوج الجناحين الأماميين عند الخنفساء وبعض أنواع البق. وقد تحوّرا إلى قشرة قاسية تغطي زوج الجناحين الخلفيين المستخدمين في الطيران

- **الدرقة scutum**. أيُّ صفيحة خارجية كبيرة صلبة، وخصوصاً تلك التي توجد عند الجانب الباطن من الأفاعي، وتستخدم في الحركة

الـــريـــش

تتكوّن الطبقة الصامدة للماء التي تغطّي اجسام الطيور من الرِّيش **feathers** والريشة عبارة عن بنية خفيفة مكونة من مادة ليفية قرنية تدعي **الكيراتين keratine** ولكل ريشة ساق **shaft** (او زنْد **rachis**) محورية تنشق منها خيوط رفيعة تسمي **البُرائل barbs** وتتمتع بُرائل **الريش الكفافي con-tour feathers** ـ أي مجمل الريش ما عدا الريش الزغابي او السفلي **down feathers** ـ بخيوط دقيقة تسمّي **بُرينلات barbules** وكشعر الجسم فإن للريش اطرافاً عصبية متصلة به، فضلاً عن عضلات تنفشه فتدخل الهواء إليه لحفظ الحرارة (انظر **العضلات ناصبة الشَعْر**، ص ...)



- **ريش الطيران remiges** (مفردها **remix**) او **flight feather**، هو الريش الموجود في جناحي الطير ويتألف من **الريش الاولي او الاوليات primaries** والريش الثانوي الاقصر او **الثانويات secondaries**
- **الريش السفلي down feathers** او **الزغابات plumules** ريش منفوش خفيف ومؤقت موجود عند الطيور الصغيرة اليافعة وهو ذو **بُرائل** مرنة ولكن ليس فيه **بُرينلات** حقيقية ويحتفظ بعض انواع الطيور البالغة ببعض الريش السفلي بمثابة طبقة عازلة قريبة من الجلد
- **خريبات الريش feather follicles** خريبات صغيرة في جلد الطيور تخرج من كل خريبة ريشة واحدة كما تخرج الشعرة من **خريب الشعر***. تنمو الخلايا الموجودة عند قاعدة الخريب نحو الاعلى وإلى الخارج فتشكل الريشة ثم تموت فتنفصل وتقسو

حركـــة الحيـــوانات

تتسم معظم الحيوانات بالقدرة على الحركة من مكان إلى مكان آخر (تنقل locomotion) في أحد أطوار حياتها على الأقل (في حين أن النبات لا يحرّك إلا بعض أعضائه - انظر مادة الانتحاء ص 23). وأجزاء الحيوانات المتحركة تتباين عظيم التباين. فالعديد من الحيوانات يملك جهازاً عظمياً وعضلياً مشابهاً لجهاز الإنسان (انظر الصفحات 50 55) في ما يلي بعض الأجزاء المختصة بالحركة عند الحيوان.

حركة الحيوانات البسيطة

• **الأهداب cilia**. «شُعَيْرات» دقيقة موجودة على السطوح الخارجية لكثير من العضويات الدقيقة. وهي تتحرّك إلى الأمام وإلى الوراء لإحداث الحركة. كما توجد الأهداب أيضاً في بطانات الممرات الداخلية للحيوانات الأكثر تعقيداً، وخصوصاً القصبات مثل الممرات الهوائية عند الإنسان (ومهمتها التقاط الأجسام الغريبة).

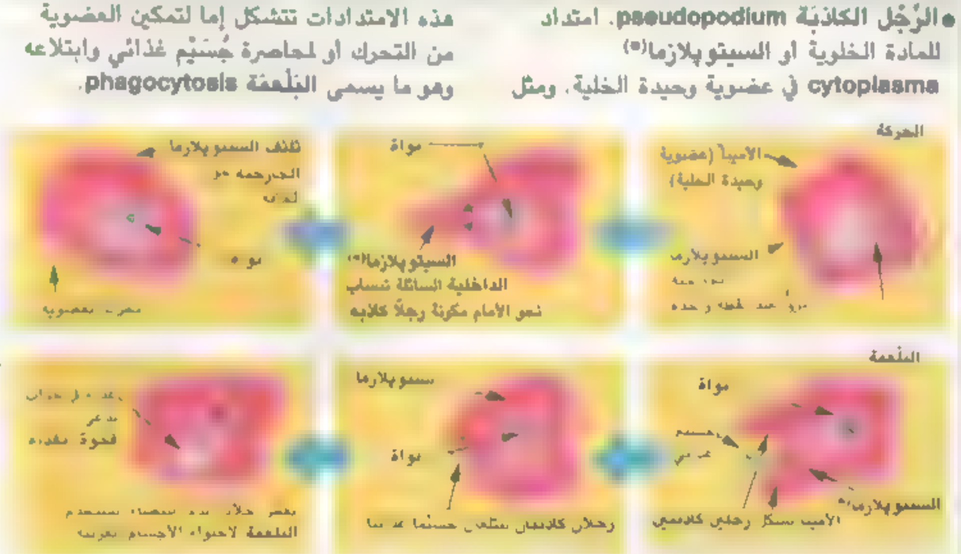


• **القُدَيْمات parapodia** (مفردها قُدَيْمة parapodium) نتوءات مزدوجة من جوانب العديد من الديدان المائية تستخدم في الحركة. وعند طرف كل قُدَيْمة توجد حزمة من الهُلْب chaetae، ويمكن للهُلْب أيضاً أن تغطي الجسم كله في بعض الحالات.



• **السياط flagella** (مفردها سَوْط flagellum) أي خيط رفيع دقيق وخصوصاً ذلك الذي يبرز من سطح عديد من العضويات وحيدات الخلية. وتحدث السياط الحركة حين تموج إلى الوراء وإلى الأمام، وتسمّى العضوية ذات السياط السَوْطيّة flagellate

• **الرِّجْل الكاذبة pseudopodium**. امتداد للمادة الخلوية أو السيتوبلازما(*) cytoplasma في عضوية وحيدة الخلية. ومثل هذه الامتدادات تتشكل إما لتمكين العضوية من التحرك أو لمحاصرة جُسَيْم غذائي وابتلاعه وهو ما يسمى البَلْعمة phagocytosis.



(*) السيتوبلازما، النواة 10 الفجوة القالصة 46

الحيوانات السابحة

• **الزعانف fins** أجزاء متخصصة نابتة من جسم السمكة تستعمل للتوازن ولتغيير الاتجاه. وتدعم الزعانف **شعاعات rays**، وهي قضيبات عظميّة أو **غضروفية(*) cartilage** (استنادا إلى صف السمك، انظر ص 113). وللأسماك مجموعتان من الزعانف، هما **الزعانف المتوسطة** و**الزعانف المزدوجة**.

أطروم ▼

الزعنفة الذيلية

زعنفة ظهرية

الزعنفتان الحوضيتان

زعنفتان صدريتان

المثانة الهوائية

الزعنفة الشرجية

زعنفتان حوضيتان

• **الزعانف المتوسّطة median fins** الزعانف التي تتوزع على طول ظهر السمكة وبطنها. وفي بعض الأسماك كالأنقليس تشكل زعنفة واحدة طويلة، ولكنها تنقسم عند معظم الأسماك إلى زعانف **طهرية dorsal** و**ذيلية caudal** و**شرجية anal** (أو بطنية **ventral**). تضبط الزعنفتان الظهرية والشرجية تغيير الاتجاه، أما الذيليّة فتساعد في دفع السمكة في المياه.

• **الزعانف المزدوجة paired fins**. زعانف السمكة التي تبرز من جانبيها أزواجاً، وهما **الزعنفتان الصدريتان والزعنفتان الحوضيتان**، ويكمن دورها في ضبط الحركة صعودا أو هبوطا.

• **المثانة الهوائية air bladder** أو **swim bladder** جراب مملوء بالهواء موجود في جسم معظم الأسماك العظمية (**صف العظميات** osteichthyes). فالسمكة تعدّل كمية الهواء في المثانة بحسب العمق الذي تسبح فيه فتحافظ على بقاء كثافتها مساوية لكثافة الماء فلا تغوص، وإنما تبقى على السباحة.

المتوسطة median ، medial

ظهرية dorsal

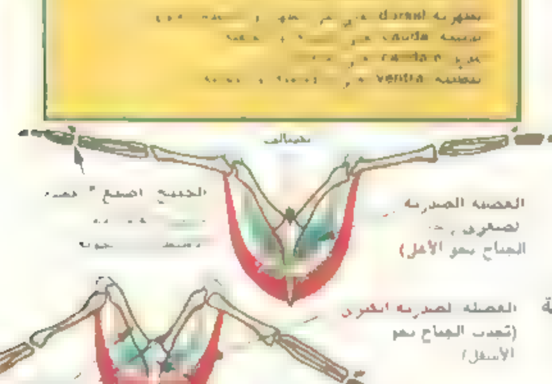
ذيلية cauda

caudal

بطنية ventral

الحيوانات الطائرة

• **العضلتان الصّدريتان pectoralis muscles** زوج من العضلات الصدرية الكبيرة الموجودة عند معظم **الثدييات(*) mammals**. ولكنهما متطورتان عند الطيور خصوصا. لكل جناح صدرية كبرى وصدرية صغرى متصلتان عند طرف واحد **بالصّالب keel** وهو امتداد كبير لعظمة الصدر.



الحيوانات الماشية

• **حافري المشية unguligrade** تسير على حوافر مثل الحصان

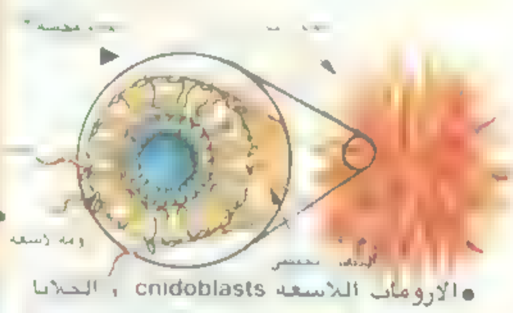
• **إصْبعي المشية digitigrade** تسير على باطن أطراف السيقان (الكلاب)

• **أخْمصي المشية plantigrade** تسير على باطن كل القدم (الإنسان)

(*) الثدييات 84، العظميات 113، السلاميات 51، الغضروف 53

اغتذاء الحيوانات

تتغذى الحيوانات بطرق مختلفة وبواسطة اعضاء مختلفة. ولبعضها إواليات داخلية متخصصة تتعامل بها مع الغذاء (ولبعضها الآخر أجهزة هضمية digestive systems شبيهة بجهاز الإنسان، انظر ص 66-76). في ما يلي بعض اجزاء الأحسام الحيوانية التي تشترك في عملية الاغتذاء والهضم.



- **الأرومات اللاسعة** cnidoblasts، الخلايا الخيطية thread cells [illegible] محسات tentacles [illegible] **معائيات الجوف**(*) coelenterates كشقيق البحر، وتستخدم في التقاط الغذاء. تحتوي كل خلية على **كيس خيطي** nematocyst، وحين تلامس المحسّة شيئا ما تنطلق الخيوط لتلتصق به او للسعه.



- **الفاصل** diastema (جمعها diastemata) فجوة بين الأسنان الأمامية والخلفية عند كثير من الحيوانات العاشبة. وهو هام عند القوارض خاصة، تستخدمه بجذب خديها إلى الداخل بحيث لا تبتلع المواد التي تقرضها.
- **الأسنان اللاحمة** carnassial teeth **الناجذ**(*) premolar الأعلى الثاني **والرّحى** molar الأولى السفلية اللذان تستخدمهما الحيوانات المفترسة لتمزيق اللحم وسحق العظام.
- **المِفتات** radula لسان قرني عند عديد من **الرخويات**(*) molluscs كالبزاق. وهو مغطى بأسنان دقيقة تستخدم في برْد الغذاء.

اقسام الفم عند مفصليات الأرجل

يتكوّن الفم عند مفصليات الارجل(*) arthropods، كالحشرات، من أقسام عدة مختلفة. وقد تبدو هذه الاقسام شديدة الاختلاف اعتمادا على طريقة اغتذاء الحيوان. اقسام الفم الأساسية عند كافة الحشرات هي: الفك السفلي mandible والفك العلوي maxilla و الشفة العليا labrum و الشفة السفلى labium. يوجد الفكان العلوي والسفلي عند العديد من المفصليات الأخرى كالسرطان ومئوي الأرجل (بعض هذه المفصليات لديها زوجان من الفكوك العلوية).



تلاءم الفكوك العليا لفراشات والعث وما شابهها من الحشرات مع بعضها لتشكل انبوبا ماصا يسمى الخرطوم

الشفة السفلى عند ذبابة البيت [illegible]

- **الاغتذاء بالتصفية** filter-feeding [illegible] الغذاء من الماء التي يُمارسها العديد من الحيوانات المائية. فالأوز البحري مثلاً، يغربل العضويات الدقيقة أو العوالق plankton بواسطة أذرع تسمى العدبات cirri. وبعض الحيتان يستخدم صفيحات قرنية تتدلى من الفك الاعلى وتسمى البلين baleen، أو العظمة الحوتية whalebone، لغربلة حيوانات صغيرة قريدسية الشكل (كريل).

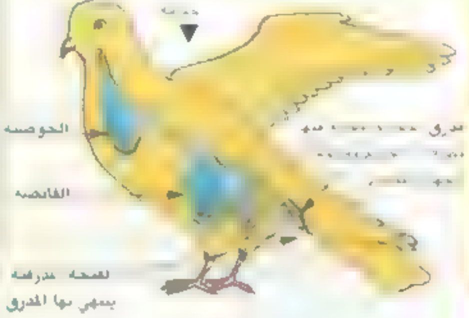


(*) الرحى 57 الرخويات 112 العوالق 114 المحسات 47 مفصليات الارجل 112 النواجذ 57



البُنَى الهضمية

- **الحوصلة crop**. جيب رقيق الجدران يشكل جزءاً من المريء(*) **oesophagus** عند الطيور، وتوجد أيضاً بنية شبيهة بالحوصلة عند بعض الديدان (كدودة الارض) والحشرات (كالجُنْدُب). ويُخزَّن الطعام في الحوصلة قبل توجهه إلى **القانصة**



- **القانصة gizzard** جيب عضلي سميك يتحد ... في أسفل المريء لدى الحيوانات ذات **الحوصلة** فهذه الحيوانات لا أسنان لها ولذلك يُطحن الطعام في القانصة وتبتلع الطيور بعض الحصى لتقوم بدور حجر الرحى، أما الحيوانات الأخرى فتقوم جدران القانصة العضلية أو البنى الناتئة منها الشبيهة بالأسنان بهذه المهمة



- **الكرش rumen** التجويف الكبير الأول من «المعدة» المركبة عند بعض الحيوانات **الثديية(*) mammals** العاشبة (كالبقر)، الذي يدخله الطعام غير ممضوغ ويحتوي الكرش على بكتيريا بإمكانها تحليل **السليلوز(*) cellulose** تخرج الحيوانات الأخرى هذه المادة مع البراز، ولكن العاشبات لا تحتمل القيام بذلك، لأن السليلوز يشكل مجمل غذائها (العشب) أما الغذاء نصف المهضوم الذي سبق له أن عولج في التجويف الثاني أو **الإنفحة reticulum**، فيعود ثانية إلى الفم ليُجتر وحين يُبتلع ثانية فإنه يتجاوز التجويفين الأولين (الكرش والإنفحة) ليعالج في التجويفين ... (ذات التلافيف **omasum**) والرابع (المنفحة **abomasum**)، اللذين يشكلان المعدة الحقيقية

- **الأعور caecum** أي كيس مسدود في الجسم وخصوصاً ذاك الذي يشكل جزءاً من جهاز هضمي ويشكل عند بعض الحيوانات، كالأرنب مثلاً، موقعاً لمرحلة مهمة من مراحل الهضم (تشتمل على تفكيك **السليلوز(*)** بالبكتيريا - انظر **الكرش rumen**) وليس للأعور وظيفة واضحة عند كائنات أخرى كالإنسان (انظر **الأمعاء الغليظة(*) large intestine**)

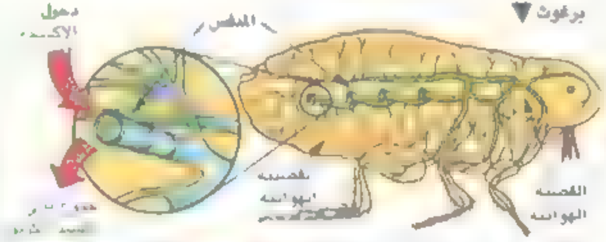
(*) الثدييات، راسيات الأرجل 113، السليلوز 10 (الجدار الخلوي)، المحس 46، المريء 66، المعى الغليظ 67

تنفس الحيوانات

تتألف عملية التنفُّس المعقدة من عدد من المراحل (انظر مقدمة ص 70). وبشكل أساسي فإن الأكسجين يدخل إلى الجسم فتستعمله خلاياه في تفكيك الغذاء، فيما يُزفر ثاني أكسيد الكربون من الخلايا والجسم. في ما يلي أدناه بعض أعضاء التنفس الرئيسية عند الحيوان.

- **المَنفس spiracle** أي فتحة يجري عبرها تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون (مثل منفس الحوت blowhole) وهذا المصطلح يستخدم تخصيصاً للدلالة على أي ثقوب دقيقة (كما يسمى أيضاً ثغيرة **stigma**) في مفصليات الأرجل(*) **artropods**، كالحشرات

برغوث ▼



- **القصبات الهوائية tracheae** أنابيب رفيعة تمتد من المنافس **spiracles** عند مفصليات الأرجل(*) **arthropods** (كما عند كل الحشرات والعناكب الأكثر تطوراً) وتشكل شبكة داخلية تتفرع غالباً إلى أنابيب أضيق تعرف باسم **القُصيبات tracheoles**. يمر الأكسجين المستنشق من الهواء عبر جدران الأنبوب إلى خلايا الجسم، ويخرج ثاني أكسيد الكربون منه.

رئوية كتابية ▼

- **الرئات الكتابية book lungs** أعضاء تنفسية مزدوجة موجودة لدى العقارب (التي لها أربعة أزواج) ولدى بعض العناكب غير المتطورة (التي لها زوج أو زوجان). يحتوي كل زوج على صفيحات نسيجية عديدة مملوءة بالدم ومرتبة مثل صفحات الكتاب. يندفع الأكسجين عبر شقوق (منافس) شق لكل رئة كتابية، فتمتصه الدم الموجود فيها، فيما يخرج ثاني أكسيد الكربون بالطريقة ذاتها عكسياً.

المنفس

الخيـاشـيم

الخياشيم gills أو **branchiae** أعضاء التنفس عند معظم الحيوانات المائية، وتحتوي على العديد من الأوعية الدموية. فالأكسجين يُمتص من الماء العابر في الخياشيم فيذهب إلى الدم. أما ثاني أكسيد الكربون فيمر بطريقة عكسية. وثمة نوعان من الخياشيم هما: خياشيم داخلية **internal** وخياشيم خارجية **external**

التنفس بواسطة الخياشيم

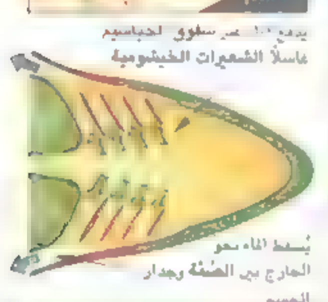
1 يدخل الماء الفم







يدفع الماء عبر شقوق الخياشيم غاسلاً الشعيرات الخيشومية



يُسقط الماء نحو الخارج بين الصُّفة وجدار الجسم

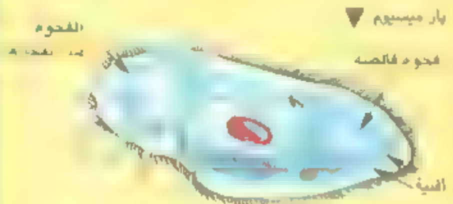
- **المِمصّ siphon** أنبوب يدخل الماء إلى الخياشيم (ممصّ شهيقي **inhalant siphon**) أو يخرجه منها (ممصّ زفيري **exhalant siphon**) عند العديد من الحيوانات المائية الدنيا (انظر الصورة، ص 37). يطلق على الممص الزفيري عند رأسيَّات الأرجل(*) **cephalopods** (كالأخطبوط) اسم هيبونوم(*) **hyponome**

(*) رأسيات الأرجل 112 مفصليات الأرجل هيبونوم 47

الإفراغ عند الحيوانات

- **الإفراغ excretion** أو التخلص من المواد المائعة أمر حيوي بالنسبة إلى الحياة. فهو وسيلة للتخلص من مواد مضرة وللحفاظ على حالة توازن سوائل الجسم (انظر **الاستتباب homeostasis** ص 105)

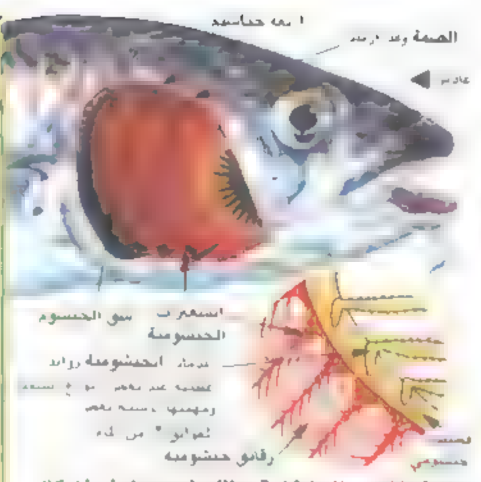
- **الفجوات القالصة contractile vacuoles** أكياس دقيقة لضبط الماء في عضويات الماء العذبة وحيدة الخلية. يدخل الماء الفائض إلى الفجوة عبر أقنية عديدة منتظمة حولها. وعندما تمتلىء الفجوة تماماً تتقلص فتنفجر قاذفةً بالماء الذي يخترق الغشاء الخلوي إلى الخارج



- **الكليوات nephridia** (مفردها **nephridium**) أنابيب تجمع الفضلات في العديد من الديدان ويرقات(*) **larvae** الكثير من الرخويات(*). أما في الديدان العليا فتجمع الفضلات في **الجوف العام**(*) **coelom** (الصورة ص 37). وللديدان الدنيا ويرقات الرخويات كليوات أكثر بدائية تسمى **كليوات أولية protonephridia** تدخلها الفضلات السائلة عبر خلايا لهيئة جوفاء (**خلايا أنبوبية solenocytes**) تحتوي على أهداب(*) كالشعيرات. وفي كلا الكليوة والكليوة الأولية تذهب الفضلات عبر **ثقيب الكليوة**



- **نُبيبات ملبيغي Malpighian tubules** أنابيب طويلة عند **مفصليات الأرجل**(*) كالحشرات. تحمل الفضلات الذائبة من **فجوة الجسم**(*) **haemocoel** الرئيسية إلى المعى الخلفي. أنظر الصورة ص 37



- **الخياشيم الداخلية internal gills**. أشكال من الخياشيم داخل أجسام مختلف الأسماك ومعظم الرخويات(*) **molluscs** كالبطلينوس والقشريات(*) **crustaceans** كالسرطان ولمعظم الأسماك أربعة أزواج خياشيم بينها أقنية تسمى **شقوقاً خيشومية gill slits** وعند الأسماك الأكثر تطوراً تكون الخياشيم مغطاة بطيّة تسمى **صمّة operculum**. أما الأسماك البدائية فتنتهي خياشيمها بفتحات في الجلد على جانبي الرأس. ويتألف كل خيشوم من قضيب منحن يسمى **قضيب الخيشوم** مغطى بشعيرات خيشومية دقيقة عديدة تنبت منها رقائق بشكل شعاعي. وكل هذه البنى تحتوي على أوعية دموية.

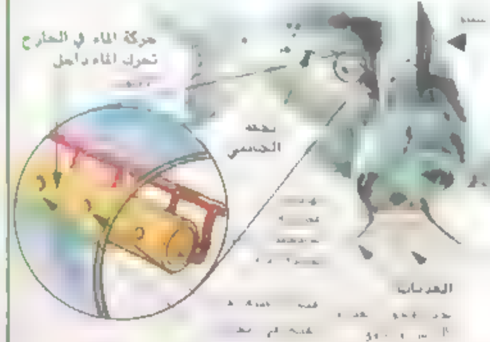
- **الخياشيم الخارجية external gills**. توجد خارج الجسم عند معظم الأسماك والبرمائيات * وذلك في أطوارها اليافعة الأولى. كما توجد عند بعض البرمائيات البالغة والأطوار المائية اليافعة عند بعض الحشرات(**يرقات**(*) **larvae** ذبابة الكاديس **وحوريات**(*) **nymphs** ذبابة أيار) أما شكل الخيشوم الخارجي الصحيح فيعتمد على نوع الحيوان. ولكنه في حالات عديدة ليس سوى نماء «هدبي» في الرأس.

حواس الحيوانات واتصالها

تظهر جميع الحيوانات بعض الحساسية **sensitivity** أو الاهتياج **irritability** (أي الاستجابة للمحفزات الخارجية كالضوء والاهتزازات الصوتية. ويمتاز الإنسان بمستوى رفيع من التطور الحسي الكلي. بيد أن الحس الفردي عند الحيوانات الأخرى قد يكون أكثر تطورا (النظر الحاد مثلا عند العقاب). تدرج فيما يلي بعض أعضاء الحس الرئيسية لدى الحيوان (أو قياساتها). فالأقسام المستجيبة تبعث رسائل (نبضات عصبية) إلى الدماغ (أو المركز العصبي) الذي سرعان ما يبدأ الاستجابة ورد الفعل

السمع والتوازن

- **الخطان الجانبيان lateral lines** أنبوبان مملوءان بالماء يمتدان على طول جانبي الجسم تحت الجلد مباشرة. وهما موجودان عند كل انواع السمك، وكذلك عند **البرمائيات**(*) **amphibians** التي تمضي معظم وقتها في الماء كبعض انواع العُلجوم. وهما يساعدان الحيوان على تتبع التيارات المائية وتغيرات الضغط بما يسمح له بالاهتداء إلى طريقه



- **الأعضاء الطبلية tympanal organs** أو **الطبلات tympani** كواشف للصوت توجد عادة في أسفل الجسم، أو في الأرجل عند بعض الحشرات كالصرصار، أو في الرأس عند بعض **البرمائيات**(*) كالضفادع. والطبلة كيس هوائي مغطى بطبقة نسيجية رقيقة. وتستجيب الألياف الحسية في هذه الأعضاء للصوت على الفور.
- **أكياس التوازن statocysts** أعضاء توازن صغيرة موجودة عند كثير من اللافقاريات(*) المائية كقنديل البحر، تحتوي على جُسيمات صغيرة تسمى **حصوات التوازن statoliths** وهي جسيمات رملية. فعندما يتحرك الحيوان تتحرك الحصوات مثيرة الخلايا الحسية التي تستجيب بدورها.

اللمس والشم والذوق



- **الزُباني antenna**. أعضاء حسّ ذات شكل سوطي تتصل بالرأس عند الحشرات و**كثيرات الأرجل**(*) **myriapods** (كمئويات الأرجل والفيات الأرجل) و**القشريات**(*) **crustaceans** كالإربيان أو القريدس. تحمل الحشرات وكثيرات الأرجل زوجاً واحداً من الزبانيات، أما القشريات فتحمل زوجين. وهي تستجيب للمس وتغيرات الحرارة والمواد الكيميائية (ذات «الرائحة» أو «الطعم»). وقد يستعملها بعض القشريات للسباحة أو للتعلق بالأشياء والحيوانات الأخرى
- **المجسّات palps** أو الملامسات أعضاء قرب الفم عند **مفصليات الأرجل**(*) **arthropods** كالحشرات تستجيب للمواد الكيميائية (التي تعطي «رائحة» و«طعماً»). ويطلق المصطلح أيضا على كل أنواع الأعضاء المختصة باللمس

(*) البرمائيات 113 مفصليات الأرجل الصدر 36 القشريات 112 كثيرات الأرجل 113 الحلزونية 5 اللافقاريات 113

الاتصال

- **الفيرمون pheromone** ... مادة كيميائية يفرزها حيوان فتحدث استجابة عند أفراد آخرين من النوع نفسه، كالمواد الجاذبة جنسياً التي ينتجها العديد من الحشرات
- **المِصْفار syrinx** عضو الصوت عند الطيور يشبه **الحنجرة**[*] **larynx**، إلا أنه موجود في قاعدة الأنبوب الهوائي

البصر



- **العيون المركبة compound eyes**. عيون خاصة موجودة لدى العديد من الحشرات وبعض **مفصليات الأرجل**[*] الأخرى، كالسرطان وتحتوي كل عين مركبة على مئات الوحدات البصرية المنفصلة التي تسمى **العُيَيْنات ommatidia** (مفردها **عُيَيْنة ommatidium**). وفي كل عُيَيْنة جهاز عدسي

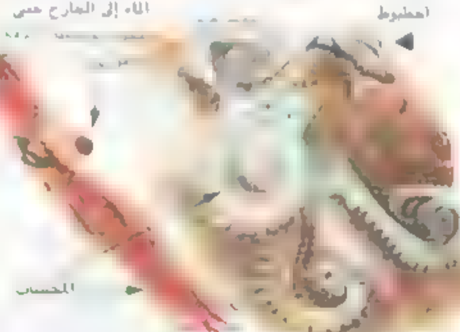


... عين مركبة صورة فسيفسائية

خارجي «يحني» الضوء أو يكسره على حزمة عصوية **rhabdom** وهي قضيب ... مُحاط بخلايا تستجيب للضوء

بعد الحصول على المعلومات من جميع العُيَيْنات (لكل عُيَيْنة زاوية بصرية مختلفة قليلاً ويمكنها تسجيل شدة ضوئية مختلفة أو لون مختلف)، يجمع الدماغ **صورة فسيفسائية mosaic image** متكاملة وهي كافية لاحتياجات الحيوان، بيد أنها ليست واضحة كتلك التي تعكسها عين الإنسان

- **الخطّارات vibrissae** أو **الشوارب whiskers** شعر قاس متصب يوجد على وجوه الكثير من **الثدييات**[*] **mammals** كشوارب القطط حول أنوفها والخطارات حساسة اللمس.



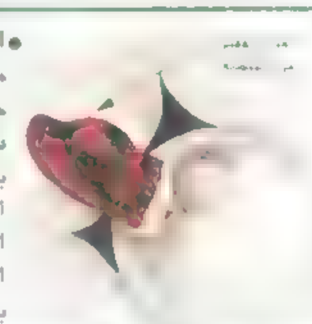
- **المجسّات tentacles** أجسام ناتئة طويلة توجد عند العديد من **الرخويات**[*] **molluscs** كالأخطبوطات و**معائيات الجوف**[*] **coelenterates** كقناديل البحر تستخدم في معظم الحالات للقبض على الغذاء و التحسس ...

- ... **setae**، شعر رفيع قاس ينبت من ... عند العديد من **اللافقاريات**[*] **invertebrates** كالحشرات. وعند منابت ... توجد أعصاب تستجيب لحركة الهواء ...

تناسل الحيوانات

التكاثر أو التناسل **reproduction** هو خلق حياة جديدة. والحيوانات بمعظمها تتناسل بواسطة التكاثر الجنسي(*) **sexual reproduction** وهو اتحاد خلية الأنثى الجنسية وتسمى **البويضة ovum** مع خلية الذكر الجنسية، أو **الحُيَيْوِن المنوي sperm**. وفي ما يلي أدناه مصطلحات رئيسية تتصل بعمليات التكاثر عند الحيوانات.

- **الوَلُودة viviparous** مصطلح لوصف حيوانات (كالإنسان) يتم عندها اتحاد خليتي الأنثى والذكر الجنسيتين (الاخصاب fertilization) وكذلك نمو الجنين(*) **embryo** في داخل جسم الأنثى (والإخصاب في هذه الحالة هو إخصاب داخلي)، ويولد المولود حياً



- **البَيوضة oviparous** مصطلح لوصف حيوانات ينمو جنينها(*) ويتطور في داخل بيضة تضعها الأنثى. وفي بعض الحالات كما هو عند الطيور تتحد خلايا الجنس الذكرية والانثوية داخل جسم الأنثى (إخصاب داخلي) بحيث تحتوي البيضة على الجنين عند وضعها. وفي حالات أخرى كما هو الأمر لدى العديد من أنواع الأسماك تضع الأنثى عدداً كبيراً من البيوض، بحيث تحتوي كل بيضة على **بويضة ovum** واحدة. فيما يعمد الذكر إلى إطلاق حُيَيْوناته المنوية فتلقح البيوض. وهذا هو **الإخصاب الخارجي**.

- **البُيُوض eggs** ثمة نوعان رئيسيان من البيوض. **البيوض الصلبة cleidoic eggs** وتضعها أكثرية أنواع الحيوانات البَيُوضة التي تعيش على اليابسة، كالطيور ومعظم **الزواحف(*) reptiles** وكذلك بعض الحيوانات المائية كسمك القرش. مثل هذا النوع من البيوض يعزل **الجنين**(*) عن المحيط عزلاً تاماً، بحيث لا تسمح إلا للغازات بالدخول عبر مسام القشرة (تخزن الفضلات في البيضة). وهي تحتوي على كمية غذاء كافية (المُحّ **yolk**) لتطور الجنين بصورة كاملة، فيخرج بعدئذٍ نسخة مصغرة عن والديه. والنوع الثاني من البيوض تضعه أكثرية الحيوانات المائية (معظم أنواع السمك مثلاً)، وهو ذو غشاء خارجي طري يسمح بمرور المغذيات والماء إلى الداخل والفضلات إلى الخارج. أما الوليد الخارج من البيضة فلا يكون كامل التطور والنمو بعد

(*) الثري 67 (الملحق)، التكاثر الجنسي 92، الجنين 93، الزواحف 113

● **البوق oviduct** أي أنبوب عند الإناث تنطلق عبره **البيوض eggs** أو **البويضات** عند الإنسان يكوّن **أنبوبا فالوب**(*) **والرّحم**(*) **uterus** **والمهبل**(*) **vagina** البوق

● **الإبترد ovipositor** تمتد من الطرف الحلقي عند العديد من إناث الحشرات تسلكها البيوض إلى الخارج وفي كثير من الحالات تكون طويلة وحادة بحيث تستخدم لثقب النسيج النباتي او الحيواني قبل وضع البيوض

● **كيس النطاف spermatheca** كيس تخزن فيه **الحُييْونات المنوية** في إناث العديد من **اللافقاريات**(*)، كالحشرات، وبعض **الفقاريات**(*) الدنيا كالسُّمندل المائي فالأنثى تتلقى الحييونات وتخزنها حتى تصبح بويضاتها جاهزة للاتحاد معها (الاخصاب) وبعض **الحيوانات الخنثية hermaphrodite** (وهي حيوانات ذات أعضاء ذكرية وانثوية معاً) كدودة الأرض، لها أكياس نطاف. فهي تفرز حييونات أثناء التزاوج

تحول شكل كامل (شكلان مختلفان بين البيضة والبالغ) وتسمى العديد من الحشرات التي تمر به كالفراشات داخليات الجناح

1

اليرقة larva ... والبُسْرُوع عند الفراشات والعث والبرقة تغير جلدها عدة مرات توسلاً للنمو (وتسمى هذه العملية الانسلاخ وهي شائعة عند مفصليات الأرجل(*)

2

تنتج الحادرة عن الانسلاخ الأخير (انظر اليرقة)



حادرة pupa تسمى عند الفراشات الشرنقة جلدها الخارجي عبارة عن جمجمة قاسية دفاعية وتكون الحادرة عند العث محاطة بشرنقة من خيطان حريرية)

تحول شكل ناقص (تطور تدريجي على مراحل) وتسمى الحشرات الذي تمر به (كالجراد) ظاهريات الجناح

حوراء

الحوراء nymph ... المشرة البالغة ولكن التشابه بينهما سطحي فجناحاها إما غير موجودين أو غير مكتملين، فيما العديد من أعضائها الداخلية غير موجودة وتكابد الحوراء عدة انسلاخات (أنظر اليرقة) تنشأ بعد

حشرة بالغة

● **تحوّل الشكل metamorphosis**. بتخلل نمو بعض الحيوانات وتطورها أشكالاً انتقالية وسيطة تكون فيها مختلفة عن شكلها عند البلوغ. والتحول الشكلي هو سلسلة من التغيرات التي تنتج تحولاً جزئياً او كاملا من حالة يافعة إلى حالة بالغة. فكل الحشرات ومعظم **اللافقاريات**(*) البحرية وكذلك معظم **البرمائيات**(*) **amphibians** تخضع للتحول الشكلي وإن اختلفت درجته (ولكن الأشكال البرقية الوسيطة مشتركة لديها جميعاً، كعدم وجود الرجلين عند **شرغوف tadpoles** الضفدع والعُلجوم. يوجد أعلاه أمثلة على **التحول الشكلي** عند الحشرات، بنوعيه **الكامل complete** **والناقص incomplete**

(*) أنبوبا فالوب 89 البرمائيات 113 الرحم المهبل 89 الفقاريات 113 (الجمجميات) اللافقاريات 113 مفصليات الأرجل 112

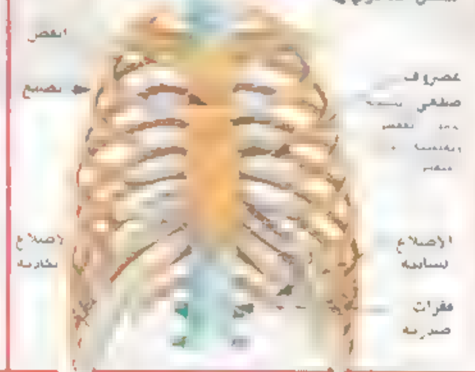
الهيكل العظمي

هيكل skeleton الإنسان إطار يتكوّن من أكثر من 200 عظمة يحمي أعضاء الجسم (**الأحشاء viscera**) ويحملها ويُشكل القاعدة الصلبة التي ترتكز إليها العضلات أثناء حركتها.

- **القحف cranium** أو **الجمجمة skull**. بنية عظمية تحمي الدماغ وأعضاء الوجه، وتتركّب من العظم القحفي **cranial bones** وعظام الوجه **facial bones**، التي يلتحم بعضها مع بعض في خطوط تُسمّى **خطوط الدُرز sutures**.



- **القفص الصدري rib cage** قفص عظمي يكوّن جدران **الصدر thorax** ويتألف من 12 زوجاً من الأضلاع وفقرات صدرية والقصّ. تتصل الضلوع بالقص بواسطة رباطات غضروفية(*) **cartilage** تسمى **الغضاريف الصدرية** ولكن الأزواج السبعة الأولى فقط تتصل بالقص مباشرة، أما الأزواج الخمسة الأخيرة فتعتبر **أضلاعاً كاذبة** وتتصل الأزواج الثلاثة العليا منها بالقص بصورة غير مباشرة، ويتصل الزوجان السفليّان بالفقرة الصدرية من الخلف فحسب.



- **العمود الفقري vertebral column** ويسمى أيضاً العمود الشوكي **spinal column** أو الصُلب **spine** أو **backbone**. وهو سلسلة مرنة من 33 فقرة تحمي النخاع الشوكي(*) **spinal cord**، وتحمل الرأس، وتؤمن نقاط الاتصال للحوض **pelvis** والقفص الصدري

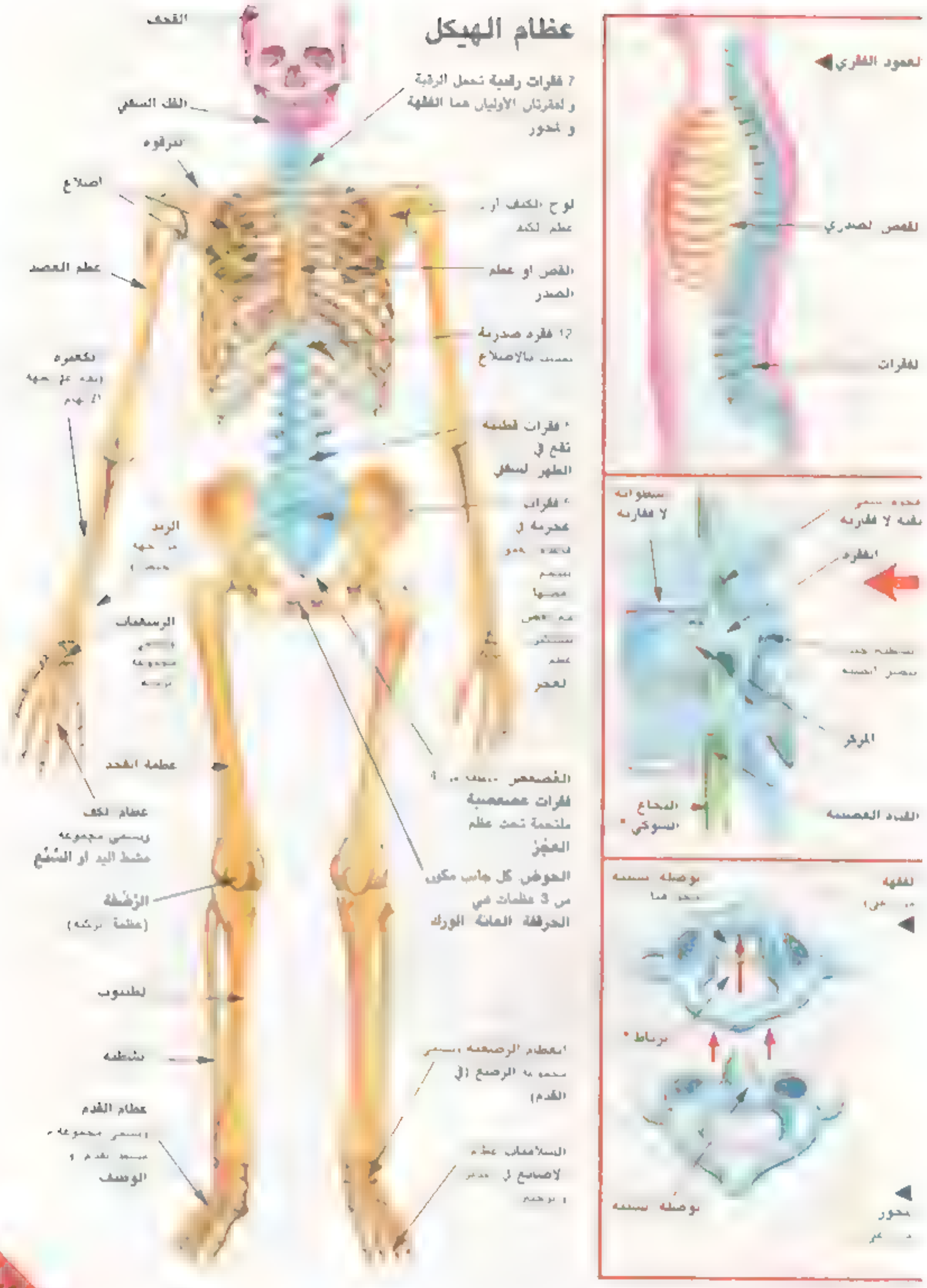
- **الفقرات vertebrae**. عظام العمود الفقري وعددها 33 فقرة. والفقرة النموذجية تتكون من «قطعة غليظة» (مركز الفقرة **centrum** أو جسمها **body**) وعدة بروزات أو **نتوءات processes** (وهي معدّدة أدناه)، وثقب رئيسي، الثقبة الفقرية **vertebral foramen**، (جمعها **foramina**). وتؤلف الثقوب مجتمعة القناة الفقرية **vertebral canal** التي يمر فيها النخاع الشوكي(*)



ويجد القارىء على الصفحة المقابلة أسماء الفقرات المختلفة. والفقرات الـ 24 العليا متحركة ويتصل بعضها ببعض بواسطة **أسطوانات لافقارية invertebral discs** من الغضروف(*) أما الفقرات التسع السفلية فهي مندمجة معاً. ولكل الفقرات البنية النموذجية المبينة أعلاه، باستثناء الفقرتين العلويتين العهقة **atlas** والمحور **axis**، والعهقة (الفقرة العليا) ذات اتصال خاص **بالجمجمة** يسمح بحني الرأس. أما المحور (الثانية) فلها وصلة سنية **odontoid process** (أو **dens**) تصلها بالفهقة، مما يشكل **مفصلاً صائرياً pivot joint** يسمح للرأس بالاستدارة

(*) الغضروف 53 النخاع الشوكي 74

عظام الهيكل



القحف
7 فقرات رقبية تحمل الرقبة
الفك السفلي
الترقوة
اضلاع
لوح الكتف او عظم الكتف
عظم العضد
القص او عظم الصدر
12 فقرة صدرية
فقرات قطنية تقع في الظهر لسفلي
الزند
الرسغات
العجز
عظمة الفخذ
عظام الكف
الرضفة (عظمة الركبة)
القصعص
فقرات عصعصية ملتحمة تحت عظم العجز
الحوض كل جانب مكون من 3 عظمات هي الحرقفة العانة الورك
لظنبوب
شظية
عظام القدم
الوصف
السلاميات
لعمود الفقري
لقفص لصدري
لفقرات
المركز
المخاع الشوكي
لفقهة
رباط
محور

المفاصل والعظم

تتصل العظام ببعضها البعض بواسطة العديد من المفاصل articulations أو joints بعضها مفاصل ثابتة fixed joints لا تتحرك كخطوط الدرز(*) sutures في الجمجمة. إلا أن معظم المفاصل متحركة الأمر الذي يتيح للجسم أن يكون مرناً. فيما يلي أهم المفاصل



● المفاصل الرزّية (البكريّة) hinge joints هي تلك التي تتحرك اجزاؤها المتحركة (أي العظمة) على مستوى واحد وباتجاهين متعاكسين فحسب (مفصل الركبة مثلاً)



● المفاصل المنزلقة gliding joints وتسمى أيضاً مفاصل سطحية plane joints أو sliding joints. مفاصل ينزلق فيها سطح أو أكثر فوق بعضها البعض مثل الرسغيات(*) corpals. وهي أكثر مرونة من المفاصل الرزّية



● المفاصل الكروية ball-and-socket joints هي أكثر المفاصل مرونة (كمفصل الورك hip joint). للعظمة المتحركة فيها طرف مكوّر يدخل في تجويف في العظمة الثابتة. ويمكن للعظمة المتحركة أن تدور أو تتحرك في عدة اتجاهات

النسيجُ الضام

هناك العديد من أنواع النسيج الضام connective tissue المختلفة في الجسم، وكلها تقي الخلايا أو الأعضاء وتضم بعضها إلى بعض. والنسيج الضام مركب أساساً من كتان matrix غير حي تنتشر فيه خلايا حية مبعثرة، أما الفرق بين أنواعه فراجع إلى طبيعة مادة الكتان. إن أنواع النسيج المختلفة الموجودة عند المفاصل، بما فيها العظم نفسه، هي كلها أنواع من النسيج الضام. وهي تحتوي على ألياف بروتينية قد تكون قاسية (تحتوي على ألياف من الكولاّجن collagen) أو مرنة (تحتوي على ألياف من الإلستين elastin)

● السمحاق periosteum طبقة رقيقة من النسيج الضام المرن. وهي تحيط بكل العظام باستثناء المفاصل (حيث يسود الغضروف). وتحتوي على بانيات العظم osteoblasts، وهي خلايا منتجة لخلايا العظم الجديدة الضرورية للنمو والترميم

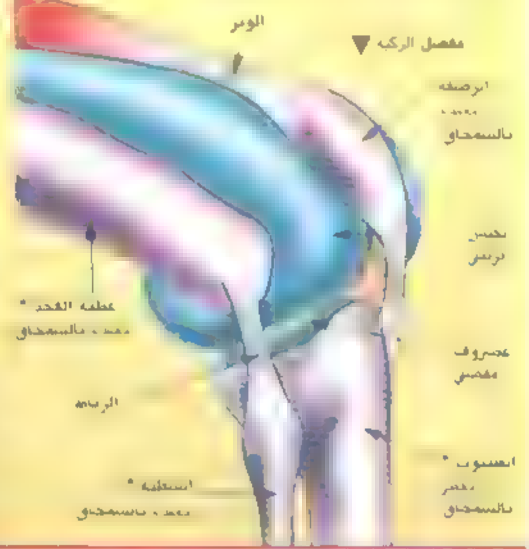
● الأربطة ligaments حزم من النسيج الضام تصل بين عظام المفاصل (وتحمل كذلك العديد من الأعضاء في مكانها). ومعظم الأربطة قاسية، ولكن بعضها مرن كتلك التي بين الفقرات(*) vertebrae

● العظم bone أو النسيج العظمي osseous tissue نوع خاص من النسيج الضام القاسي الذي يُصلّبه ترسب كمية كبيرة من مركبات الفوسفور والكلسيوم. توجد خلايا العظم الحية osteocytes في فراغات صغيرة (تسمى الفُرَجات lacunae) داخل المادة غير الحية.



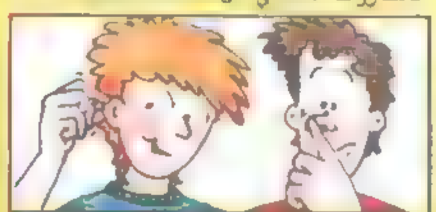
(*) خطوط الدرز 50، الجمجمة 50، الحوض 51، الرسغيات 51، عظمة الفخذ، الرضفة، الظنبوب 51، الفقرات 50

● **الكيس الزليلي synovial sac** أو **synovial capsule** «جراب» من مائع أو سائل تزليقي هو **المائع الزليلي synovial fluid** وذو جلد خارجي من النسيج الضام المرن (**الغشاء الزليلي synovial membrane**) ومعظم المفاصل المتحركة (كالركبة) فيها كيس زليلي يقع بين العظام، وتعرف باسم **المفاصل الزليلية synovial joints**



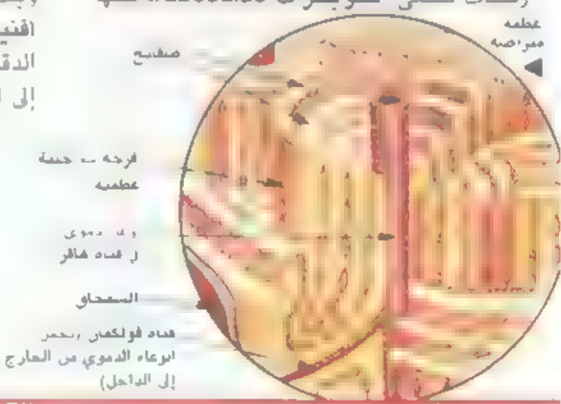
● **الأوتار tendons** أو **sinews** حزم من النسيج الضام القاسي تصل العضلات بالعظام. والوتر عبارة عن امتداد للغشاء الذي يغلف العضلة إضافة إلى الأغشية الخارجية لِحزم الألياف العضلية

● **الغضروف cartilage** أو **gristle**. نسيج ضام قاس يشكل الوسادة الأساسية بين العظام (الفقرات)(*) في بعض المفاصل (**كالمفاصل الغضروفية cartilaginous joints**). وفي المفاصل المزوَّدة بكيس زليلي، يغطي الغضروف نهايات العظام ويُسمَّى **الغضروف المفصلي articular cartilage**



يتكون طرف الأنف والأقسام الخارجية من الأذن من الغضروف كما هو حال الهيكل العظمي للأجنة التي تتحول تدريجياً إلى **عظم** مع تزايد العمر (وهي عملية تسمى **التعظم ossification** أو **تكون العظم osteogenesis**)

وهناك نوعان من العظم: **العظم الإسفنجي spongy bone** ويوجد في العظام القصيرة و/أو المسطحة (**كعظم القص**(*) **sternum**) ويملأ أطراف العظام الطويلة (**كعظمة الفخذ**(*) **femur**) ويتكون العظم الإسفنجي من شبكة رقيقات تسمى **الحُوَيجزات trabeculae** بينها كثير من الفراغات الكبيرة المملوءة **بالنخاع الأحمر red marrow** (انظر **النخاع العظمي bone marrow**). أما النوع الثاني فهو **العظم المُتراصُّ compact bone** ويشكل الطبقة الخارجية في كل العظام ويمرر بداخله الفراغات ويتكون من صفائح متمركزة حول أقنية تسمى **أقنية هافر** وترتبط هذه بنظام معقَّد من القنوات الدقيقة التي تحمل الأوعية الدموية والأعصاب إلى الخلايا العظمية.



● **النخاع العظمي bone marrow**. نوعان من نسيج ناعم. **النخاع الأحمر** ويوجد في **العظم الإسفنجي** (انظر **العظم**) وفيه تصنع كل الخلايا الدموية الحمراء (وبعض الخلايا البيضاء). **والنخاع الأصفر** وهو مخزن الدهون، ويوجد في المناطق المجوَّفة كالفجوات النخاعية في العظام الطويلة.

(*) عظمة الفخذ، الشظية، الرضفة، القص، الظنبوب 51 الفقرات 50

العضلات

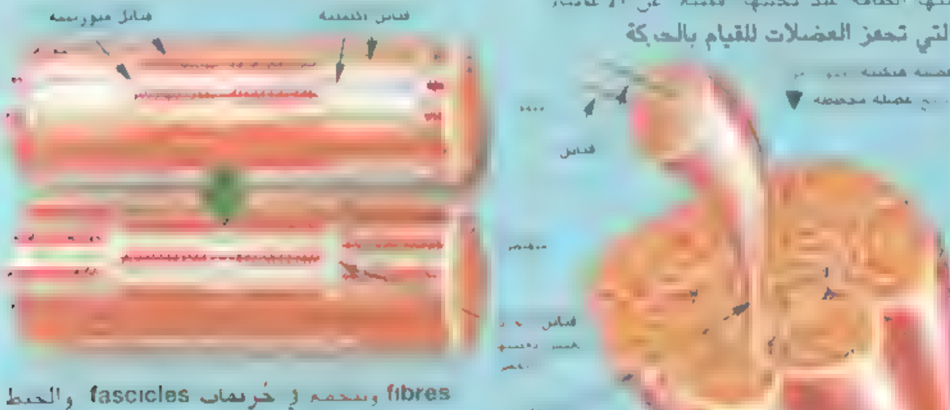


العضلات muscles هي مناطق من نسيج مرن خاص موجود في جميع أنحاء الجسم. وقد تكون العضلات إرادية **voluntary muscles** (يمكن التحكم بها بفعل واعٍ) أو لا إرادية **in-voluntary muscles** (لا تخضع للتحكم المقصود). اما انواع العضلات الرئيسية فهي معدّدة في أعلى الصفحة التالية

- **الأزواج المتضادّة antagonistic pairs** او **الأرواح المتعاكسة opposing pairs** الأرواح التي تنتظم بها كل العضلات تقريبا يقوم عضوا كل روح بفعلين متعاكسين. ففي اي حركة عضلية تسمى العضلة المتقلصة **المحرّكة الاولى prime mover** او **الشادّة agonist** اما العضلة المتمددة في الوقت نفسه فتسمى **الضادّة antagonist**

بنية النسيج العضلي

يتألف مختلف انواع عضلات الجسم من انواع مختلفة من النسيج العضلي (أي من مجموعات خلايا مختلفة الأنواع) والنسيج ذو اوعية دموية عديدة تحمل المواد الغذائية التي تبيح لها الطاقة عند تحتيتها فضلاً عن الاعصاب التي تحفز العضلات للقيام بالحركة



- **العضلة المخططة striated muscle** او **striped muscle**. نوع من النسيج العضلي يكوّن العضلات الهيكلية. وهي تتكون من خلايا طويلة تسمى **الألياف العضلية muscle fibres** وتتجمع في **حزيمات fascicles**، والخيط الليفي له شكل **مخطط** ويتألف من خيوط اصغر شطويته اشكل تدعى **الليفيات fibrils** و **myofibrils**، وهو الجزء الذي يتقلص عندما يحفز العصب الخيط الليفي. والليفيات نفسها تتكون من **فتائل filaments** او **myofilaments** من نوعين من البروتينات: الاكتين **actin** (فتائل رفيعة)، والميوزين **myosin** (فتائل ثخينة) تنزلق على بعضها عندما تتقلص العضلة

أنواع العضـلات

- **العضلات الهيكلية skeletal muscles** كل العضلات المتصلة بعظام الهيكل، والتي تتقلص مع بعضها أو بالتبادل لتحريك كل أقسام الجسم. وجميع العضلات الهيكلية **إرادية** (انظر المدخل) ومبنية من **نسيج عضلي مخطط**. أما أسماء هذه العضلات فتعتمد إما على موضعها أو على شكلها وحجمها، أو بحسب الحركة التي تؤديها مثل **العضلات المثنية flexors** (التي تثني الطرف أو المفصل) والعضلات **الباسطة extensors** التي تبسط الطرف.

- **العضلة القلبية cardiac muscle** العضلة التي يتكون منها كل جدار القلب تقريبا وهي **عضلة لا إرادية** (انظر المدخل) مركبة من **نسيج عضلي قلبي**

- **العضلات الحشويّة visceral muscles** عضلات موجودة داخل جدران العديد من الأعضاء الداخلية كالأمعاء والأوعية الدموية. **وجميعها عضلات لا إرادية** (انظر المدخل) مركبة من **نسيج عضلي ناعم smooth muscle**.

مجموعة عضلات تشكل عضلات مختلفة

التنبيـه العصبي

تُنبَّه معظم العضلات للحركة بواسطة نبضات تسببها الأعصاب، فتغشي الجسم كله. (انظر ص 80-81)

- **اللوحة الانتهائية المحركة motor end-plate** النقطة التي تتصل عندها الألياف الانتهائية لخلية عصبية «حاملة للتعليمات» بألياف عضلية muscle fibre (انظر العضلة المخططة) وتتفرع الألياف الانتهائية من ليف رئيسي واحد (المحور العصبي(*) axon) تعدّ النبضات العصبية التي تنبّه العضلة ... كل نبضة وترسل في كل فرع، ومن ثم تتلقى العضلة كلها أعداداً مضاعفة من كل نبضة عصبية

اللوحة الانتهائية المحركة

محور عصبي محرك

- **المغزل العضلي muscle spindle** مجموعة من الألياف العضلية التي تحيط بها نهايات ألياف عصبية حسّية (عَصَبُون حسيٌّ(*) sensory neuron) والألياف الانتهائية هي جزء من ليف رئيسي واحد (الغُصَينُ(*) dendron). وعندما تتمدد العضلات تُحث على إرسال نبضات إلى الدماغ تخبره بحالة التوتر الجديدة، حينئذٍ يتوصل الدماغ إلى التغييرات اللازمة لأي عمل جديد

- **العضلة القلبية cardiac muscle** نوع خاص من نسيج عضلي مخطط يكوّن عضلة القلب، وتقلصها لا إرادي تمتلك خاصية في أن نسيجها نفسه ينتج تقلصاتها الكهربائية الخاصة بها كما أن الإشارات العصبية قد تزيد سرعة خفقان القلب أو تخفف منها

- **العضلة الناعمة smooth muscle** أو العضلة الحشوية visceral muscle نوع من نسيج عضلي يكون العضلات الحشوية وهي تحتوي على خلايا مغزلية spindle cells أقصر تكوّنا من تلك العضلة المخططة المعقدة، وشكل طريقة تقلصها ليس معروفا تماما حتى الآن إلا أنها تحتوي على بروتيني الميوسين والأكتين. هو من العضلة المخططة وتنبهها الأعصاب أيضا

(*) العصبونات المحركة، العصبونات الحسية 77، الغصين 76، المحور العصبي 76

الأســـنان

الأسنان **teeth** أو **dentes** (مفردها **dens**) تساعد على تحضير الغذاء لعملية الهضم بتقطيعه وطحنه. ينغرز كل سن في الفك الذي يغطيه نسيج ناعم أملس يدعى اللثة **gingiva (gum)**. والإنسان يعرف خلال حياته نوعين من التسنين **dentition** هما: التسنين المؤقت أو المتساقط **deciduous dentition** ويتألف من 20 سناً متساقطة (تسمى أيضاً أسنان الحليب)، والتسنين الدائم **permanent dentition**، وهو مجموعة مكوّنة من 32 سناً دائمة **permanent teeth**.

أقسام السـن

- **التاج crown**. الجزء المكشوف من السن، ويغطيه المينا. وهذا الجزء هو الأكثر تعرضاً للإصابة والتلف والتسوّس.

- **الجذر root**، الجزء المثبت في فجوة بالفك. وللقواطع والأنياب جذر واحد، في حين أن للنواجذ جذراً أو جذرين وللأرحاء جذرين أو ثلاثة. وكل جذر يثبت في مكانه بمفصل ليفي من رباط(*) **ligament** يسمى الرباط المحيط بالسن **periodontal ligament** والألياف مثبتة في أحد طرفيها بعظم الفك، في حين أن طرفها الآخر مرتبط بالاسمنت. وتقوم الألياف بامتصاص الصدمات.

- **العنق neck** أو **cervix**. جزء السن الواقع تحت السطح مباشرة، بين التاج والجذر.

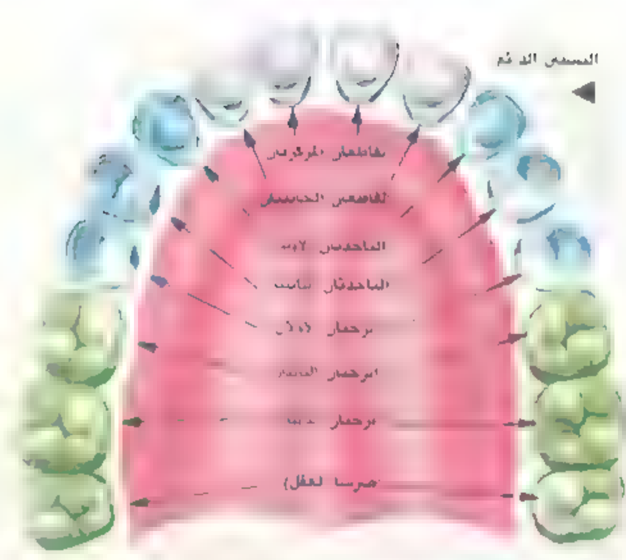
- **المينا enamel**. مادة شبيهة بالعظم، إلا أنها أصلب منه (بل هي أصلب مادة في الجسم) ولا تحتوي على خلايا حية. وهي تتألف من بلورات من الأباتيت **apatite** مشدودة إلى بعضها البعض. والأباتيت معدن من الكلسيوم والفوسفور والفلورين.

- **الإسمنت cement** أو **cementum**. مادة شبيهة بالمينا ولكنها أطرى منها، وهي تشكل الطبقة السطحية الرقيقة من الجذر وترتبط بالفك بالرباط المحيط بالسن (أنظر الجذر).

- **العاج dentine** أو **ivory**. مادة صفراء تكون الطبقة الثانية داخل السن. والعاج، كالمينا، يحتوي على كثير من مكوّنات العظم إلا أنه أطرى ويحتوي على ألياف الكولاجين(*) **collagen** وعلى ضفائر من السيتوبلازما(*) **cytoplasm** التي تنطلق من الخلايا اللبية **pulp cells** في حجرة اللب.

- **حجرة اللب pulp cavity**. المنطقة المركزية في السن يحيط بها العاج. كما أنها تمتلىء بنسيج طري يُسمى اللب **pulp**، ويحتوي على أوعية دموية ونهايات الألياف العصبية. وهذه الألياف والأوعية تدخل الحجرة عبر الأقنية الجذرية **root canals**. والأوعية الدموية تحمل الغذاء والأكسجين إلى النسيج الحي، أما نهايات الألياف العصبية فهي مستقبلات الألم(*) **pain receptors**.

(*) الأربطة 52 السيتوبلازم 10 الكولاجين 52 (النسيج الضام) مستقبلات الألم 83



أنواع الأسنان

- **القواطع incisors**. أسنان حادة ذات تيجان إزميلية الشكل، تستخدم للعض والقطع. ولكل قاطع جذر واحد. وعدد القواطع أربعة في كل فك، وتقع في مقدمة الفم.

- **الأنياب canines** أو **cuspids**. أسنان مخروطية الشكل تستخدم لتمزيق الطعام. ولكل ناب طرف مستدق **cusp** واحد وجذر واحد وثمة نابان في كل فك يقع كل منهما في أحد جانبي القواطع. أما الحيوانات التي تصيد وتقتل (تفترس) فعادةً ما تكون أنيابها طويلة ومحنيّة.

- **النواجذ bicuspids** أو **premolars** أسنان عريضة متثلّمة وغير قاطعة تستخدم في التكسير والطحن. وهناك أربع نواجذ في كل فك. ولكل ناجذة طرفان مستدقان وجذر واحد باستثناء النواجذ العليا الأولى فلها جذران

- **الأرحاء molars**. أسنان عريضة متثلّمة غير قاطعة تشبه **النواجذ** غير أن سطحها أكبر. وهي تستخدم أيضاً للتكسير والطحن. ولكل رحى أربعة رؤوس على سطحه **(أطراف مستدقة)** للأرحاء السفلى جذران، في حين أن للأرحاء العليا ثلاثة جذور. وفي مجموعة الأسنان الدائمة يوجد ستة أرحاء في كل فك، تقع كل ثلاثة منها وراء كل زوجين من **النواجذ** أما الأرحاء الثالثة (في الداخل) فتعرف باسم **أضراس العقل**

- **أضراس العقل wisdom teeth** أرحاء أربعة (الثالثة بعد الرحيين الأوليين) تقع عند أطراف الفكين. وهذه الأضراس لا تظهر كلياً إلا مع طلوع الإنسان النضوج الكامل (ومن هنا جاءت التسمية). وهناك عدد قليل من الناس الذين لا ينبت لهم أضراس عقل.



الـــدم

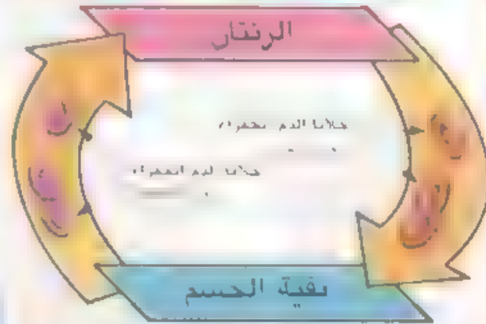
الدم سائل يحتوي [illegible] من البلازما والصفائح الدموية وخلايا الدم الحمراء والبيضاء [illegible] [illegible] circulatory system [illegible] الأوعية الدموية blood vessels [illegible] المهمة يحمل محل خلايا الدم المائتة باستمرار خلايا دموية جديدة في سياق عملية تجديد الدم haemopoiesis

مكوّنات الدم

● **البلازما plasma** السائل الباهت (نحو 90% ماء) الذي يحتوي على خلايا الدم وهي تحمل الغذاء الذائب إلى خلايا الجسم والفضلات وثاني أكسيد الكربون، والأجسام المضادة لمحاربة العدوى، والأنزيمات(*) enzymes والهرمونات(*) hormones التي تضبط عمليات الجسم

● **الصفائح الدموية** platelets أو thrombocytes خلايا أسطوانية الشكل صغيرة الحجم جداً بدون نوى(*) nuclei. تصنع في النخاع العظمي [illegible] [illegible] [illegible] مهماً في [illegible] الدم

● **خلايا الدم البيضاء white blood cell** تسمى أيضا كريات الدم البيضاء leucocytes أو white corpuscles خلايا دموية كامدة كبيرة الحجم تضطلع بدور مهم في الدفاع عن الجسم وثمة عدة أنواع من هذه الخلايا فالخلايا اللمفية lymphocytes مثلاً





تصنع في النسيج اللمفاوي(*) وتوجد في الجهاز اللمفي(*) فضلا عن الدم وهذه الخلايا تنتج الأجسام المضادة وثمة خلايا بيضاء أخرى (أحادية النواة monocytes) تصنع في النخاع العظمي(*) فهي «تبتلع» الأجسام الغريبة كالبكتيريا بعملية البلعمة(*) وكثير منها (البلعمات الكبيرة) تترك الأوعية الدموية فتتجول (الجوالة)، أو تثبت (الثابتة) في عضو كالعقدة اللمفية(*) lymph node

● **خلايا الدم الحمراء red blood cells** تسمى أيضاً الكريات الدموية الحمراء erythrocytes أو red corpuscles وهي خلايا أسطوانية الشكل بدون نوى(*) nuclei. تصنع في النخاع العظمي(*) bone marrow وتحتوي على مادة اليَخْمُور أو الهموغلوبين، وهو مركب حديدي يعطي الدم لونه الأحمر. يتحد اليحمور مع الأكسجين في الرئتين مكونـاً الأكسي هموغلوبين فيصبح لون الدم أحمر قانٍ وتنقل الكريات الحمراء الأكسجين إلى خلايا الجسم (بواسطة الانتشار(*)) لتعود إلى الرئتين بالهموغلوبين

(*) الأنزيمات 103 البلعمة 40 (الرحل الكاذبة) الانتشار 99 الجهاز اللمفي العقد اللمفية 85 النخاع العظمي 53 الهرمونات 106



● **زُمَرُ الدّم blood groups** الطريقة الأساسية لتصنيف الدم. وتعتمد على وجود **مُولدات الضد** A أو B في **الخلايا الحمراء**. وزمرة الدم A فيها مولد الضد A، وزمرة الدم B فيها مولد الضد B، والزمرة AB فيها مولدا الضد A و B والزمرة O ليس فيها أي منهما

● **عامل ريزوس Rh Rhesus factor** طريقة ثانية يصنف بها الدم (والزمرة). فإذا كان في الدم مولد الضد ريزوس، فهو إيجابي الريزوس، وإلا فهو سلبي الريزوس

دفاع الجسم

● **الاجسام المضادة antibodies**، بروتينات دفاعية موجودة في سوائل الجسم **كالبلازما** والبروتينات تصنعها **الخلايا اللمفية** (أنظر **خلايا الدم البيضاء**) حين تظهر في الجسم **مولدات الضد** وهناك اجسام مضادة مختلفة لكل مولد ضد. كما أن طرق عملها تختلف. بعضها **فمضادات السموم** تحيّد السموم (أنظر **مولدات الضد**) تحييداً. يلتحق كل مضاد بجزيء يسمّى مكوّناً **مولد ضد وجسماً مضاداً. والاغلوتينين** مثلاً يلتصق بالبكتيريا أو الفيروس ثم يحولها من مولد الضد ... **الليزين** فتقتلها بإذابة غشائها الخارجي

● **مولدات الضد antigens** مواد غالبا ما تكون بروتينات تحفز إنتاج **الأجسام المضادة** لمحاربتها ومكافحة أي عدوى قد تسببها. وقد تكون مولدات الضد جزءاً من بكتيريا أو فيروسات أو قد تكون سموماً تفرزها هذه العضويات. يوجد بعض مولدات الضد في الجسم منذ الولادة ويحدد وجودها زمرة الدم

● **التجمد** أو التخلط **coagulation** أو **clotting** هو تخثر الدم وتكثفه في شكل **جلطة clot**) عند حدوث جرح تطلق **الصفائح الدموية platelets** المتفككة والخلايا المتضررة مادة تدعى **ثرومبوبلاستين thromboplastin** تحوّل **البروترومبين prothrombin** (من بروتينات **البلازما plasma**) إلى **ثرومبين thrombin** (انزيم)(*) يسبّب تصلب **الفبرينوجين fibrinogen** (من بروتينات البلازما الأخرى) فيتحول إلى **فبرين fibrin**

● **المصل serum** سائل أصفر اللون يتكون من أجزاء الدم التي تبقى بعد **التخلط** وهو يحتوي على **اجسام مضادة** عديدة تنطلق لمحاربة العدوى، وحين يحقن المصل في أشخاص آخرين فإنه يمنحهم مناعة موقتة ضد الإصابة والعدوى

(*) الانزيمات 103

جهــــاز دوران الدم

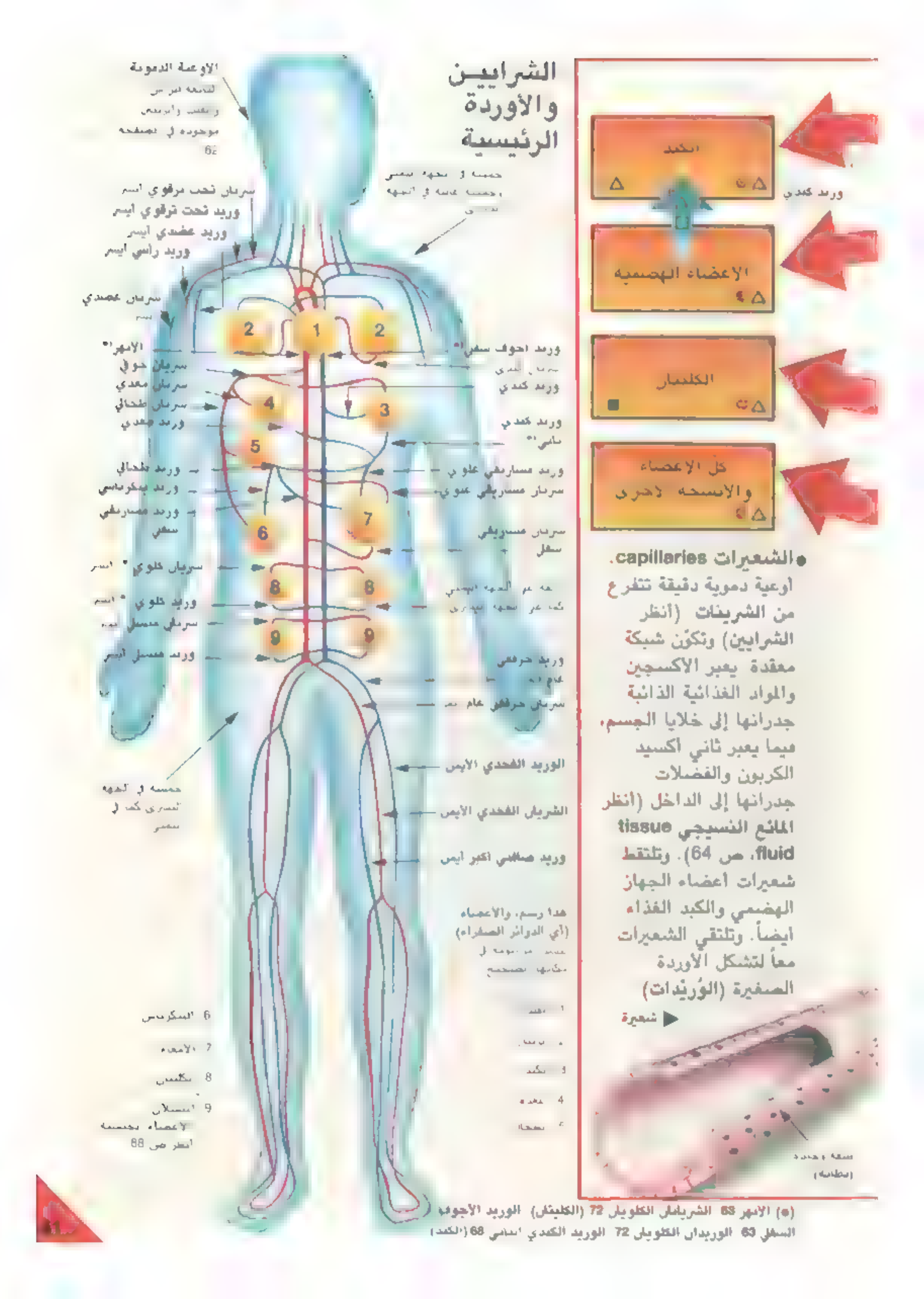
جهاز الدوران circulatory system أو الجهاز الوعائي vascular system هو شبكة من الأنابيب أو الأوعية الدموية **blood vessels** المملوءة بالدم وهي ثلاثة أنواع رئيسية: **الشرايين والأوردة والشعيرات**. ويغلف غشاء رقيق يدعى **البطانة endothelium** الأوردة والشرايين من الداخل، وهو الطبقة الغشائية الوحيدة في الشعيرات. ويستمر الدم بالشريان في اتجاه واحد بفعل الضغط الذي يقوم به القلب، وعضلات الجدران في الأوردة والشرايين، وانخفاض الضغط في الجهاز (تتدفق السوائل من مناطق مرتفعة الضغط إلى أخرى منخفضة الضغط).



• **الشرايين arteries** أوعية دموية واسعة ذات جدران سميكة تشكل **الجهاز الشرياني arterial system** وتحمل الدم من القلب إلى الأعضاء. أما الشرايين الصغيرة (**الشريينات arterioles**) فتتفرع عن الشرايين الرئيسية، فيما تتفرع **الشعيرات** عن الشريينات. وباستثناء **الشرايين الرئوية**(*) **pulmonary arteries** فإن دم الشرايين الأخرى هو دم مؤكسج (ولذا فإن لونه أحمر قانٍ). ويحمل الدم في كل الشرايين مواد غذائية ذائبة وفضلات نقلتها الأوردة إلى القلب ومنه تحولت إلى الشرايين، التي تنقل الغذاء إلى الخلايا (بواسطة الشريينات والشعيرات) والفضلات إلى الكليتين.

• **الأوردة veins** أوعية دموية واسعة ذات جدران سميكة تشكل **الجهاز الوريدي venous system** وتحمل الدم إلى القلب. وتحتوي الأوردة على دسامات (صمامات valves) لمنع الدم من السريان بالاتجاه المعاكس بتأثير الجاذبية. وتتشكل الأوردة من **الوريدات venules** (أوردة صغيرة) مندمجة تتشكل بدورها من **شعيرات** مندمجة. والدم الوريدي يحتوي على ثاني أكسيد الكربون (باستثناء دم **الأوردة الرئوية**)(*) والفضلات التي تلتقطها الشعيرات من خلايا الجسم. أما الدم الوريدي الآتي من الجهاز الهضمي والكبد فيحمل كذلك مواد غذائية ذائبة تنتقل إلى الشرايين عند وصولها إلى القلب.

(*) الشريان الرئوي 63، الجذع الرئوي، العضلة الملساء 55، الوريد الرئوي 63



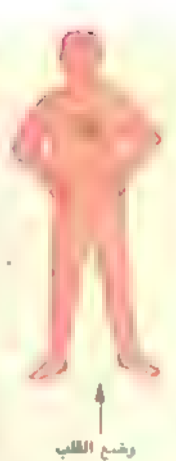
الشرايين والأوردة الرئيسية

●الشعيرات capillaries. أوعية دموية دقيقة تتفرع من الشرينات (أنظر الشرايين) وتكوّن شبكة معقدة يعبر الأكسجين والمواد الغذائية الذائبة جدرانها إلى خلايا الجسم، فيما يعبر ثاني أكسيد الكربون والفضلات جدرانها إلى الداخل (أنظر المائع النسيجي tissue fluid، ص 64). وتلتقط شعيرات أعضاء الجهاز الهضمي والكبد الغذاء أيضاً. وتلتقي الشعيرات معاً لتشكل الأوردة الصغيرة (الوُرَيدات)

(*) الأبهر 63 الشريانان الكلويان 72 (الكليتان) الوريد الأجوف السفلي 63 الوريدان الكلويان 72 الوريد الكبدي البابي 68 (الكبد)

القـلـــب

القلب heart عضو عضلي يضخ الدم إلى انحاء الجسم عبر الاوعية الدموية (يطلق على القلب والاوعية الدموية معا اسم **الجهاز القلبي الوعائي cardiovascular system**) يحيط بالقلب **الكيس التاموري pericardial sac** الذي يتكون من غشاء خارجي (**التامور pericardium**) و**التجويف التاموري pericardial cavity** الذي يقع بين الغشاء الخارجي والقلب. ويملأ التجويف مائع ملطف للحركة. وللقلب أربع حجيرات هي **الأذينان والبطينان**، وكلها مبطنة بطبقة نسيجية رقيقة تدعى **التامور الداخلي endocardium**.



وضع القلب

الدورة القلبية

الدورة القلبية cardiac cycle سلسلة من أحداث تشكل حلقاتها فعل ضخ واحد كامل للقلب، يمكن سماعه ويعرف باسم **النبض** (حوالي 70 نبضة في الدقيقة). **ينقبض الأذينان** أولاً فيدفعان الدم إلى **البطينين** المقابلين اللذين يتمددان لاستقباله. ثم يتمدد الأذينان ليسمحا للدم بدخولهما ثانية فيما ينقبض ◄

حجيرات القلب

وريد وداجي داخل ايسر

شريان تحت ترقوي ايسر

وريد وداجي خارجي ايسر

وريد تحت ترقوي ايسر

وريد تحت ترقوي ـ عضدي ايسر

الأبهر

جذع رئوي

الحاجز الفاصل

وريد وداجي داخل ايمن

شريان تحت ترقوي ـ عضدي

وريد جوفي علوي

وريد جوفي سفلي

الابهر

دم مؤكسج

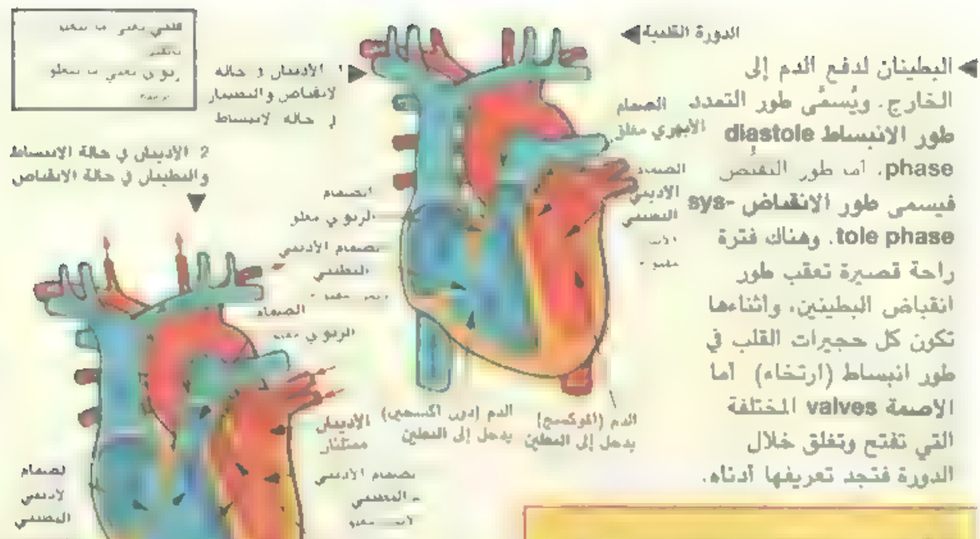
دم غير مؤكسج

• **الأذينان atria او auricles.** الحجيرتان العلويتان. يتلقى الأذين الأيسر الدم المؤكسج **oxygenated** (انظر اليحمور(*) **haemoglobin**) من الرئتين بواسطة **الوريدين الرئويين pulmonary veins**. أما الأذين الأيمن فيتلقى الدم **غير المؤكسج deoxygenated** من بقية الجسم بواسطة **الوريدين الجوفيين العلوي والسفلي** وهذا الدم هو ذلك الذي استهلكت الخلايا اكسجينه وحمّلته ثاني أكسيد كربونها.

• **البطينان ventricles** الحجيرتان السفليتان. يتلقى البطين الايسر الدم من **الأذين** الايسر ويضخه في **الابهر**. أما البطين الايمن فيتلقى الدم من الأذين الايمن ويضخه في **الجذع الرئوي** إلى الرئتين.

(*) اليحمور 58 (خلايا الدم الحمراء)

البطينان لدفع الدم إلى الخارج. ويُسمّى طور التمدد طور الانبساط diastole phase. أما طور التقلص فيسمى طور الانقباض systole phase. وهناك فترة راحة قصيرة تعقب طور انقباض البطينين، وأثناءها تكون كل حجيرات القلب في طور انبساط (ارتخاء) أما الأصمة valves المختلفة التي تفتح وتغلق خلال الدورة فتجد تعريفها أدناه.

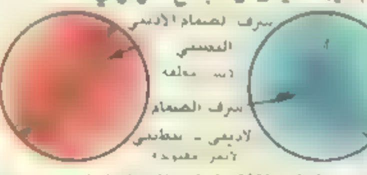


الشرايين والأوردة الرئيسية

- **الأبهر aorta**. الشريان(*) **artery** الأكبر في الجسم، ويحمل الدم المؤكسج النقي من البطين الأيسر ليبدأ رحلته في كل أنحاء الجسم.
- **الجذع الرئوي pulmonary trunk**. الشريان(*) الذي يحمل الدم المفتقر إلى الأكسجين من البطين الأيمن إلى خارجه. وبعد ابتعاده عن القلب يتفرّع الجذع إلى شريانين رئويين يتجه كل منهما إلى رئة.
- **الوريد الجوفي العلوي superior vena cava**. أحد الوريدين(*) **veins** الرئيسيين يحمل الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم العلوي للجسم إلى الأذين الأيمن، وتندمج فيه كل أوردة القسم العلوي للجسم.
- **الوريد الجوفي السفلي inferior vena cava**. أحد الوريدين(*) الرئيسيين. يحمل الدم المحتاج إلى أكسجة من القسم السفلي للجسم إلى الأذين الأيمن، وتندمج فيه كل أوردة القسم السفلي للجسم.
- **الأوردة الرئوية pulmonary veins** أربعة أوردة(*) تحمل الدم المؤكسج النقي إلى الأذين الأيسر يأتي وريدان رئويان أيمنان من الرئة اليمنى، ووريدان رئويان أيسران من الرئة اليسرى.



- **الصمامان الهلاليان semilunar valves** وقد سميا كذلك لأن لسديلاتهما شكلاً هلالياً أحدهما الصمام الأبهري **aortic valve** ويقع بين البطين الأيسر والأبهر. أما الثاني فهو الصمام الرئوي **pulmonary valve** ويقع بين البطين الأيمن والجذع الرئوي

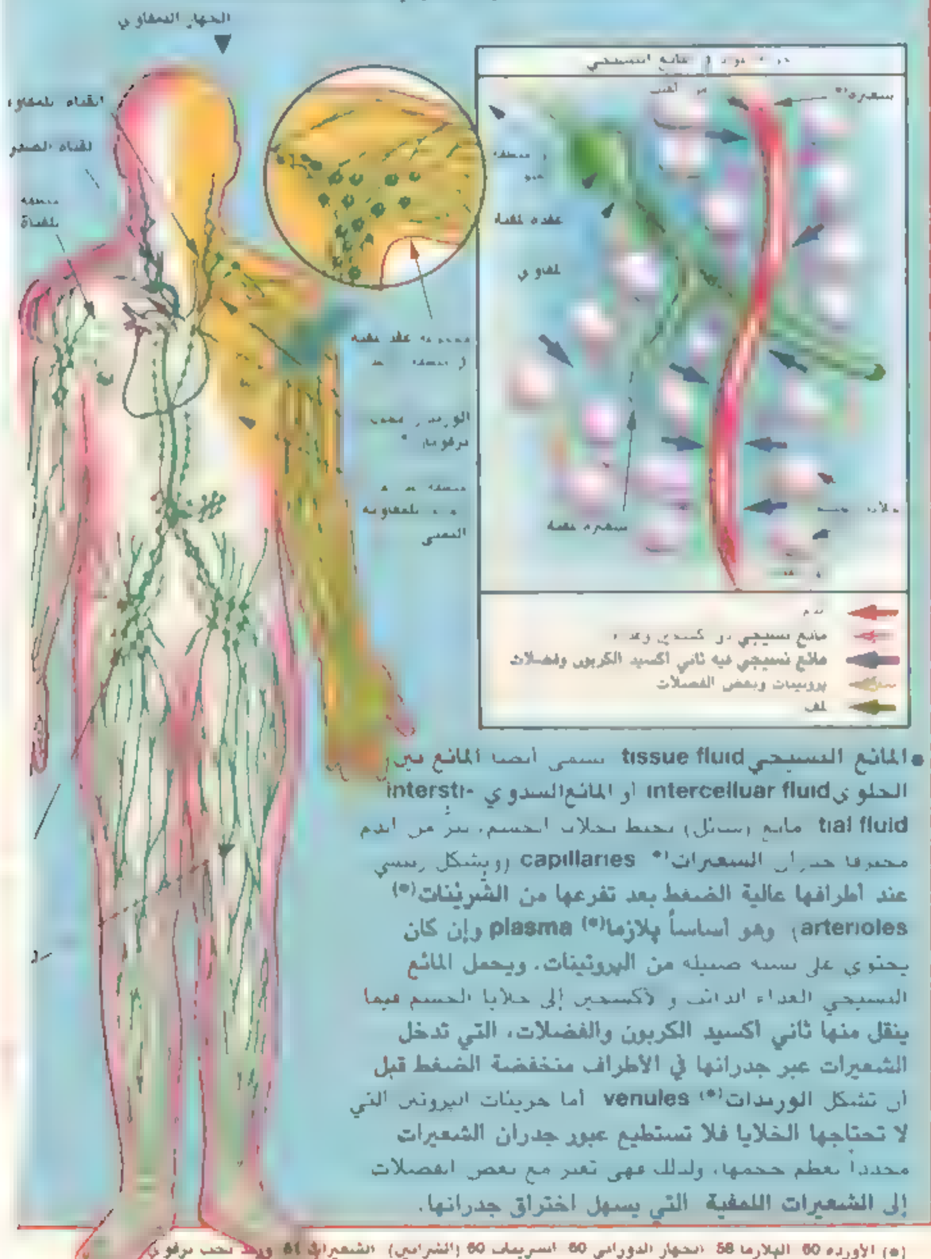


- **الصمامان الأذينيان البطينيان atrioventricular valves** أو **AV valves**. صمامان يقع كل منهما بين أذين وبطين والصمام الأذيني - البطيني الأيسر **mitral valve** ثنائي الشرفة **bicuspid**، إذ أنه يتكون من شرفتين أو سديلتين متحركتين. أما الصمام الأذيني - البطيني الأيمن فثلاثي الشُرف **tricuspid**

(*) الشرايين الأوردة 60

المائع النسيجي والجهاز اللمفاوي

الأوعية الدموية الصغرى أو الشعيرات(*) capillaries هي أكثر الأوعية اتصالاً مباشراً بخلايا الجسم، ومع ذلك فهي لا تتلامس معها. أما الغذاء والأكسجين اللذان تحملانهما فيصلان إلى الخلايا في المائع النسيجي وهو مادة تشكل رابطاً بين جهاز الدوران(*) circulatory system وجهاز استصرافي في الجسم المعروف بالجهاز اللمفاوي lymphatic system



• المائع النسيجي tissue fluid يسمى أيضاً المائع بين الخلوي intercelluar fluid أو المائع الخلالي interstitial fluid مائع (سائل) يحيط بخلايا الجسم، يتسرب من الدم مخترقاً جدران الشعيرات(*) capillaries (وبشكل رئيسي عند أطرافها عالية الضغط بعد تفرعها من الشرينات(*) arterioles) وهو أساساً بلازما(*) plasma وإن كان يحتوي على نسبة ضئيلة من البروتينات. ويحمل المائع النسيجي الغذاء الذائب والأكسجين إلى خلايا الجسم فيما ينقل منها ثاني أكسيد الكربون والفضلات، التي تدخل الشعيرات عبر جدرانها في الأطراف منخفضة الضغط قبل أن تشكل الوريدات(*) venules أما جزيئات البروتين التي لا تحتاجها الخلايا فلا تستطيع عبور جدران الشعيرات محدداً بعظم حجمها، ولذلك فهي تعبر مع بعض الفضلات إلى الشعيرات اللمفية التي يسهل اختراق جدرانها.

(*) الأوردة 60 البلازما 58 الجهاز الدوراني 60 الشرينات 60 (الشرايين) الشعيرات 61 وريد تحت ترقوي

- **الجهاز اللمفاوي lymphatic syster**
جهاز من شبكة (الاوعية اللمفية) واعضاء صغيرة (الاعضاء اللمفاوية) ذو دور مهم في عدة من موانع الجسم والدفاع عنه ضد الامراض. وتحمل الاوعية فيه سائل اللمف إلى كل أنحاء الجسم وتفرغه في الاوردة veins (*) الاعضاء اللمفاوية هي مصدر الخلايا المحاربة للأمراض.

- **الاوعية اللمفية lymph vessels**
او lymphatic vesse
... الاطراف تحمل اللمف من انحاء الجسم نحو الصدر حيث ... في الدم وهذه ... مبطنة بالبطانة (*) endothe ... ويحتوي على ... تمنع اللمف من ... إلى ... الخادمية ... الاوعية ... هي الشعيرات اللمفية lymph capill ... وتسمى ... اللمفية (*) lacteals المهمة ... حبيبات الدهون (وهي ... الحجم ولا تقدر على النفاذ ... إلى مجرى الدم) وتتصل ... بعضها البعض لتكوّن ... اكبر تسمى اللمفاويات lymph ... التي تتحد مع ... لتشكل بدورها القناة ... اللمفاوية اليمنى right lymphatic ... والتي تصب في الوريد تحت ... الترقوي (*) subclavian vein ... والقناة الصدرية thoracic ... التي تصب في الوريد تحت ... الترقوي (*) الأيسر.

- **اللمف lymph** السائل الموجود في ... الاوعية اللمفاوية يحتوي على ... الخلايا اللمفية وبعض مواد ... من المائع النسيجي ... خصوصا البروتينات كالهرمونات (*) hormo والانزيمات (*) (enzyr وكذلك حبيبات الدهون

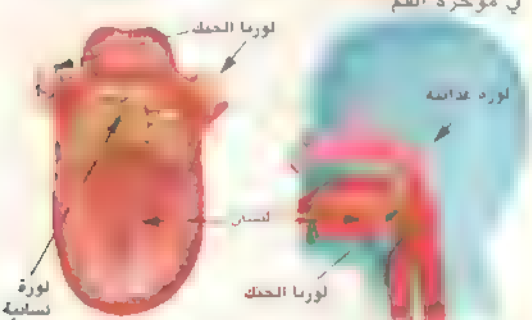
- **الاعضاء اللمفاوية lymphatic organs** او **lymphoid organs** اجسام متصلة بالجهاز اللمفاوي، وهي مكونة جميعها من نمط نسيجي واحد (النسيج اللمفاوي lymphatic tissue). وتنتج جميعها الخلايا اللمفية (*) lymphocytes أي خلايا الدم البيضاء المحاربة للامراض.

- **العقد اللمفية lymph nodes** او **الغدد اللمفية lymph glands** اعضاء لمفاوية صغيرة موجودة على طول الاوعية اللمفية عادة في مجموعات، كما في منطقة الإبط مثلاً. وهي المواقع الرئيسية لإنتاج الخلايا اللمفية وتحتوي أيضا على جهاز تصفية يصيد البكتيريا والأجسام الغريبة. وهذه تحاصرها خلايا الدم البيضاء (البلعمات الكبيرة الثابتة (*) fixed macrophages)

- **الطحال spleen** العضو اللمفاوي الاكبر وهو موجود تحت الحجاب الحاجز (*) diaphragm مباشرة على الجانب الأيسر من الجسم ويحتوي على مخزون للطوارىء من خلايا الدم الحمراء، كما يحتوي على خلايا الدم البيضاء التي تفتك بالأجسام الغريبة كالبكتيريا، وخلايا الدم القديمة.

موقع الطحال

- **اللوزات tonsils** وهي اربعة اعضاء لمفاوية. اللوزة الغدانية pharyngeal tonsil (adenoids) وتقع خلف الانف، واللوزة اللسانية lingual tonsil وتقع عند قاعدة اللسان. ولوزتا الحنك palatine tonsils ويقعان في مؤخرة الفم

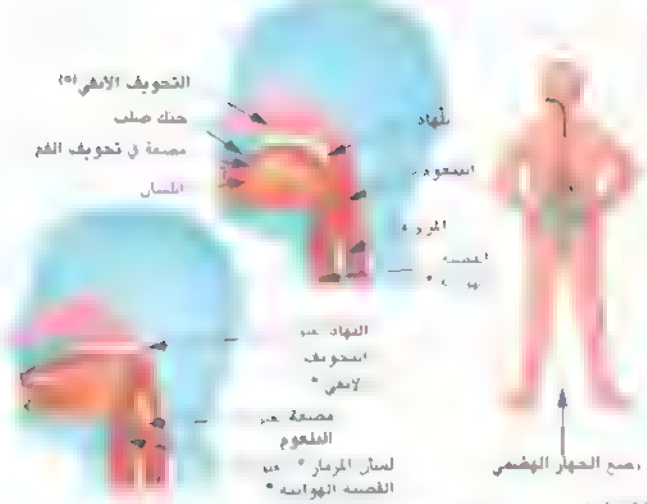


- **غدة التيموس او الغدة الصعترية thymus gland** عضو لمفاوي في القسم العلوي من الصدر، وهي كبيرة عند الاطفال وتصل إلى حجمها الاقصى في مرحلة البلوغ (*) puberty، ثم يعتريها الضمور atrophy

الانزيمات 103 الأوردة 60 الاوعية اللمفية 67 البطانة 60 البلعمات الكبيرة 56 البلوغ 90 الحجاب الحاجز 70

الجهاز الهضمي

إثر الأكل يمر الغذاء عبر الجهاز الهضمي **digestive system**. فيتحلّل إلى مواد ذوّابة بسيطة التركيب نتيجة لعملية **الهضم digestion** (انظر ص 108-109). وتُمتصّ المواد البسيطة فتدخل الدم عبر الأوعية الدموية الموجودة في أنحاء الجهاز وينقل إلى خلايا الجسم. وفي الخلايا تستخدم المواد الغذائية لتوفير الطاقة وبناء الأنسجة الجديدة. لمزيد من المعلومات حول كل العمليات المتعلقة انظر الصفحات 100-104. أما الأقسام الرئيسية للجهاز الهضمي فنشرحها في هاتين الصفحتين. ويلعب البنكرياس والكبد (انظر ص 68) أيضاً دوراً حيوياً في عملية الهضم بوصفهما **الغدتين الهضميتين**(*) **digestive glands** الرئيسيتين (إذ تنتجان العصارات الهضمية(*) digestive juices).



- **المريء oesophagus** و **gullet** أنبوب يمر فيه الطعام وصولاً إلى المعدة. أما قطعة الطعام المُبتلع فتسمى المضغة **bolus**



- **القناة الهضمية alimentary canal** (تسمى أيضاً **alimentary tract** أو **enteric canal** أو **gastrointestinal (GI) tract** أو **gut**) مصطلح يجمع كل أجزاء الجهاز الهضمي وهي أنبوب طويل ممتد من الفم إلى الشرج (انظر **المعي الغليظ**). ومعظم أجزاء القناة يقع في قسم الجسم السفلي أو **البطن abdomen**، داخل تجويف الجسم الرئيسي أو **الجوف المحيطي الحشوي**(*) **perivisceral cavity**. وهذه الأجزاء معلقة في أمكنتها بواسطة **الصفاقات mesenteries**، وهي انثناءات في بطانة الجوف (الصفاق **peritoneum**)
- **البلعوم pharynx**. تجويف في الجزء الحلقي من الفم حيث يلتقي التجويفان الفموي(*) **oral cavity** والأنفي(*) **nasal cavity**. فعندما يُبلع الطعامُ تغلق **اللّهاة soft palate** ـ وهي سُديلة نسيجية موجودة في الفم الخلفي ـ الفجوتين الأنفيتين ـ فيما يغلق **لسان المزمار**(*) **epiglottis** **القصبة الهوائية**(*) **trachea**

(*) التجويف المحيطي الحشوي 37، الحنك الصلب 79، العصارات الهضمية 68، مضغة 70، القصبة الهوائية 70

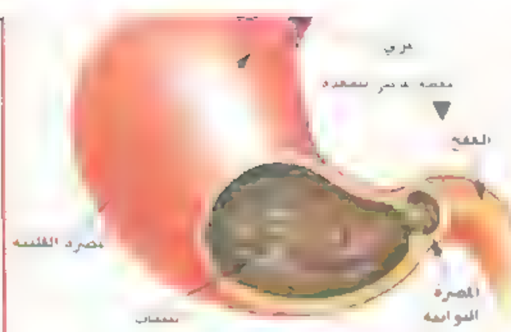
● **المصرّة القلبية cardiac sphincter** (تسمى أيضاً المصرة المريئية ـ المعدية gas-troesophageal sphincter) حلقة عضلية تقع بين المريء والمعدة، تفتح حين تتمدد فتسمح للطعام بالدخول

● **المعدة stomach**. كيس كبير تحدث فيه مراحل الهضم الأولى، بطانته فيها **غُضون rugae** تنبسط فتمدِّد المعدة. ويخترق بعض المواد ـ كالماء مثلاً ـ جدار المعدة إلى الأوعية الدموية المجاورة، بيد أن معظم الغذاء نصف المهضوم (**الكيموس chyme**) يذهب إلى المعي الدقيق (الاثني عشري)

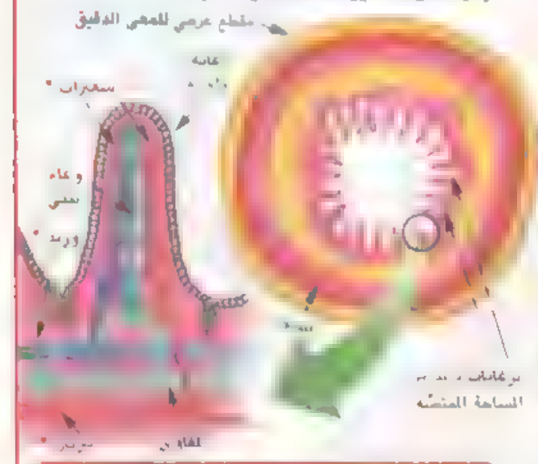
● **المعي الدقيق small intestine** موقع الهضم الرئيسي، وهو عبارة عن أنبوب ملتفّ مكوَّن من ثلاثة أجزاء هي **العفج** أو **الاثنا عشري duodenum** و**الصائم jejunum** و**اللفائفي ileum**. وثمة «أصابع» دقيقة تدعى **الزُغابات villi** تنبثق من بطانته. وتحتوي كل زغابة على شعيرات(*) **capillaries** (أوعية دموية دقيقة) تمتص معظم الغذاء، ووعاء لمفي(*) **lymph vessel** يُدعى **الوعاء اللبني lacteal** الذي يمتص الجزيئات الدهنية المتحدة (انظر **الدهون fats**، ص 100). أما مزيج الفضلات نصف السائل فيذهب إلى **المعي الغليظ**

● **المعي الغليظ large intestine** أنبوب غليظ يتلقى الفضلات من **المعي الدقيق** وهو يتكون من **الأعور(*) caecum** و**القولون colon** و**المستقيم rectum** و**القناة الشرجية anal canal**. يحتوي القولون على بكتيريا تحلّل أي غذاء متبقٍ وتصنع بعض الفيتامينات المهمة. أما معظم الماء في الفضلات فيعبر جدران القولون إلى الأوعية الدموية المجاورة، مما يترك كتلة نصف صلبة (**البراز faeces**) لا تلبث أن يتم إخراجها من الجسم (**التبرز defaecation**) عبر المستقيم والقناة الشرجية ثم **الشرج anus** (وهو عبارة عن فتحة محاطة بحلقة عضلية تدعى **المصرة الشرجية anal sphincter**)

● **الزائدة appendix** أنبوب صغير مسدود يبرز من **الأعور** (انظر **المعي الغليظ**) وهو عضو أثري **vestigial**، أي كان مفيداً لأسلافنا، ولكنه فقد دوره اليوم



● **المصرّة البوابية pyloric sphincter**. تسمى أيضاً **الصمام البوّابي pyloric valve** أو **pylorus** حلقة عضلية بين المعدة والمعي الدقيق تنبسط المصرة فتسمح للطعام بالعبور إثر حدوث تغييرات هضمية معينة.



● **الغشاء المخاطي mucous membrane** أو **mucosa** طبقة نسيج رقيقة تبطن كل الممرات الهضمية (وممرات أخرى، كالممرات الهوائية) والغشاء المخاطي هو نوع خاص من **الغشاء الظهاري(*) epithelium**. يحتوي على **غدد خارجية الإفراز(*) exocrine glands** وحيدات الخلية تدعى **الغدد المخاطية mucous glands**، التي تفرز **المخاط mucus**، وهو مائع مزلّق يحمي الممرات الهضمية أيضاً من فعل **العصارات الهضمية(*)**

● **التمعُّج peristalsis** موجات تقلصية تسببها العضلات في جدران الأعضاء (وخصوصاً الأعضاء الهضمية)، فتتحرك نتيجة لها المواد من مكان إلى آخر

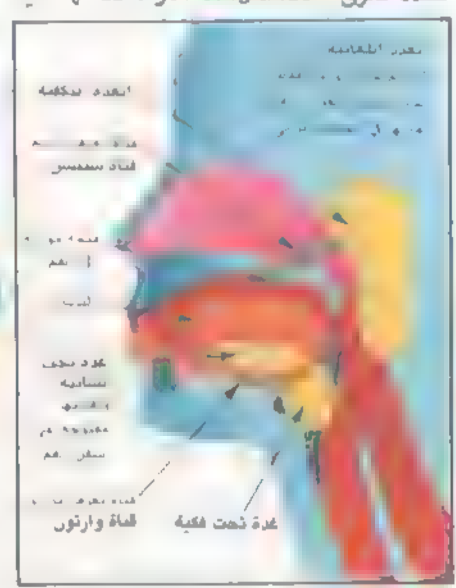
(*) الأعور 43 أوردة شرايين 60 شعيرات عصارات هضمية غدد خارجية الإفراز 68

الغــــدد

الغدد glands أعضاء خاصة (أو هي في بعض الأحيان مجموعات خلايا أو خلايا منفردة) تنتج مواد مختلفة حيوية للحياة وتفرزها. وثمة نوعان من الغدد: غدد خارجية الإفراز exocrine glands وغدد داخلية الإفراز endocrine glands.

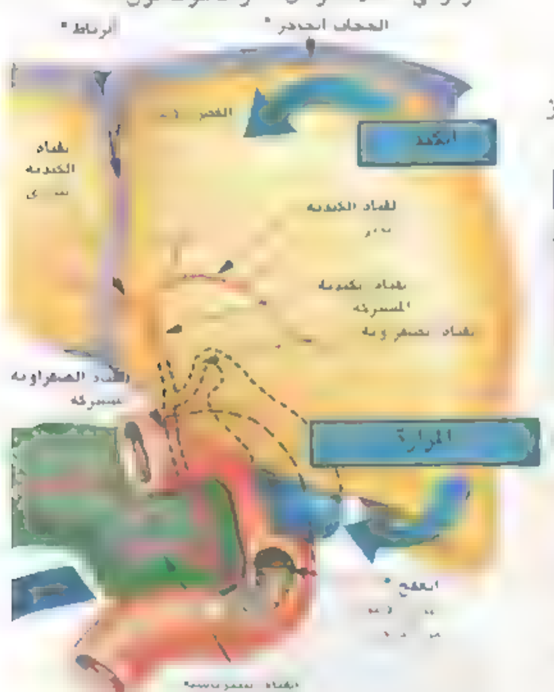
الغدد خارجية الإفراز

الغدد خارجية الإفراز غدد تفرز مواد عبر أنابيب أو القنوات ducts على سطح ما أو في تجويف ما. ومعظم غدد الجسم خارجية الإفراز كغدد العرق(*) sweat glands والغدد الهضمية



● الغدد الهضمية digestive glands غدد خارجية الإفراز تطلق سوائل تدعى العصارات الهضمية digestive juices في أعضاء الجهاز الهضمي. وتحتوي هذه العصارات على أنزيمات(*) enzymes تحلل الغذاء (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109). وكثير من الغدد صغير ويقع في جدران الأعضاء الهضمية كالغدد المعدية gastric glands والغدد المعوية intestinal glands في المعى الدقيق وبعض الغدد كبير وأكثر استقلالاً، كالغدد اللعابية، وأكبرها البنكرياس والكبد.

● البنكرياس pancreas غدة كبيرة هي في آن غدة هضمية وغدة صماء تنتج العصارة البنكرياسية pancreatic juice (انظر اللوحة على الصفحتين 108-109) متفرزها على طول القناة البنكرياسية pancreatic duct أو قناة ويرسونغ. ويحتوي البنكرياس على مجموعات من الخلايا تسمّى جزر لنغرهانس islets of Langerhans، تكوّن الأقسام الصماء منه وتنتج هرموني(*) الانسولين(*) والغلوكاغون(*).

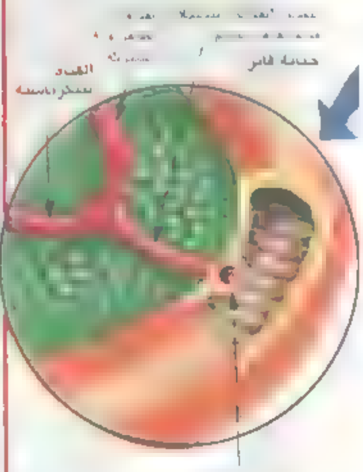


● الكبد liver. أكبر الأعضاء، وأحد أدواره العديدة كونه غدة هضمية تفرز الصفراء bile (أنظر اللوحة على الصفحتين 108-109) على طول القناة الكبدية المشتركة common hepatic duct ومن مهماته الحيوية الأخرى تحويل المادة الغذائية المهضومة حديثاً وتخزينها (انظر الرسم، ص 101)، وهي المادة التي يتلقاها من الوريد الكبدي البابي hepatic portal vein (أنظر الصورة، ص 61). ويضبط الكبد كمية الغلوكوز في الدم، كما يقوم بإتلاف الخلايا الحمراء البالية ويخزن الفيتامينات والحديد ويصنع بروتينات الدم المهمة.

(*) الاثنا عشري 67 الأنزيمات 103 الإنسولين 106 الحجاب الحاجز 70 غدد العرق 83 الغلوكاغون، الهرمونات 106

● المرارة gall bladder كيس يُخزن الصفراء bile (المصنوعة في الكبد) بشكلها المركز إلى حين يُحتاج إليها (أي حينما يوجد غذاء في الاثني عشري(*)). وبطانتها ذات غضون rugae عديدة تنبسط عندما تتمدد. تنعصر الصفراء عند الحاجة فتتسرب إلى القناة الصفراوية cystic duct والقناة الصفراوية المشتركة common bile duct



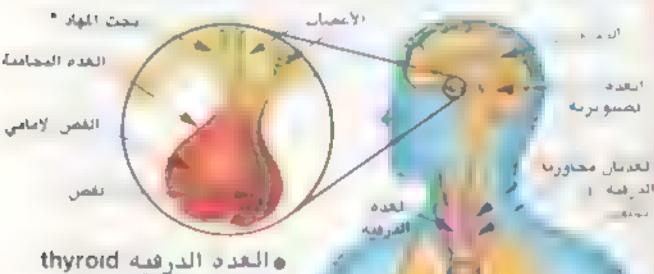


حلقة عضلية تعرف باسم مصرة اودي إذا كانت المصرة مغلقة فإن الصفراء الاتية من الكبد تجبر على الدخول إلى المرارة.

الغدد داخلية الإفراز

الغدد داخلية الإفراز endocrineglands أو الغدد الصماء ductless glands هي الغدد التي تفرز مواد تسمى **الهرمونات hormones** في الدم مباشرة (أي إلى الأوعية الدموية الموجودة في الغدد). ولمزيد من المعلومات عن الهرمونات انظر اللوحة الموجودة في الصفحتين 106-107. ويمكن أن تكون هذه الغدد أجساماً منفصلة (كتلك أدناه)، أو خلايا داخل أعضاء كما في الأعضاء الجنسية

● **الغدة النخامية pituitary gland** وتسمى أيضاً النخامة hypophysis غدة عند قاعدة الدماغ تتأثر مباشرة بـ **تحت المهاد**(*) **hypothalamus** (انظر الهرمونات ص 106) وهي مكونة من فص أمامي (النخامة الغدية adenohypophysis) وفص خلفي posterior lobe (النخامة العصبية neurohypophysis) أما العديد من هرموناتها فتعتبر **هرمونات محفزة tropic hormones**. أي أنها تحفز غدداً أخرى كي تفرز هرموناتها وهي تفرز هرمونات ACTH و TSH و STH و FSH و LH و lactogenic hormone و oxytocin و ADH



● **الغدة الدرقية thyroid gland** غدة كبيرة تقع حول الحنجرة(*) larynx تفرز التيروكسين والتيروكالسيتونين.

● **الغدد مجاورة الدرقية parathyroid glands** زوجا غدد صغيرة ويقعان في الغدة الدرقية. وينتجان هرمون PTH.

● **الغدة الصنوبرية pineal gland** أو الجسم الصنوبري غدة صغيرة تقع أمام الدماغ دورها ليس واضحاً. مع أنه من المعروف أنها تفرز **الميلاتونين**، وهو هرمون يؤثر على إنتاج الهرمون الجنسي(*) sex hormone.

● **الغدتان الكظريتان adrenal glands** أو suprarenal glands. زوج غدد تقع الواحدة منهما فوق إحدى الكليتين ولكل غدة قشرة خارجية cortex تنتج الألدوستيرون والكورتيزون والهيدروكورتيزون. وثمة طبقة داخلية medulla تنتج الأدرينالين adrenalin والنورادرينالين noradrenalin.

(*) الاثنا عشري 67 (المعي الدقيق) تحت المهاد 75 الحنجرة 70 الهرمونات الجنسية 106



الجهاز التنفسي

يشمل مصطلح التنفس **respiration** ثلاث عمليات هي **التهوية** (أي إدخال الأكسجين وإخراج ثاني أكسيد الكربون) **والتنفس الخارجي** (أي تبادل الغازات بين **الرئتين والدم** - انظر أيضاً خلايا الدم الحمراء ص 58). **والتنفس الداخلي** (أي تحليل الغذاء باستخدام الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون - انظر الصفحتين 104 105). وفي ما يلي سرد للأقسام المكونة **لجهاز التنفس** عند الإنسان.

• **الرئتان lungs**. عضوا التنفس الرئيسيان اللذان يجري فيهما تبادل الغازات. وتحتويان على أنابيب كثيرة (**الشعبات والشعيبيات**) وأكياس هوائية (**الأسناخ**)

لسان المزمار عبارة عن صمام يغلق القصبة الهوائية حين يمر الطعام في المريء(*)

• **الرُّغامى trachea** أو **القصبة الهوائية windpipe**. الأنبوب الرئيسي الذي يمر فيه الهواء إلى الرئتين ومنهما.

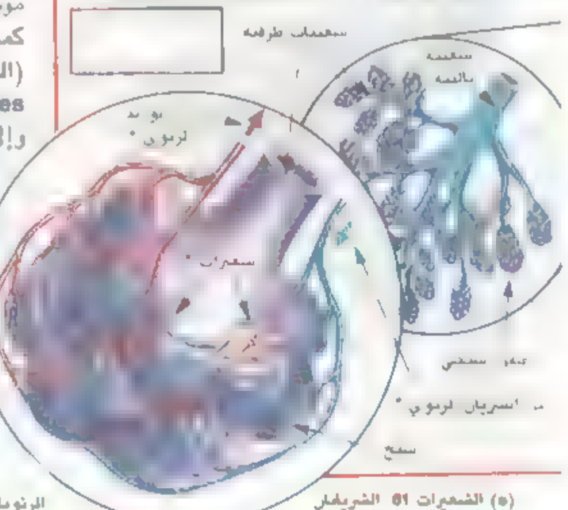
• **الحنجرة larynx** «علبة الصوت» الواقعة في أعلى الرغامى، وتحتوي على **الأوتار الصوتية vocal cords** وهي عبارة عن قطعتين نسيج تلتفان إلى الداخل من بطانة الرغامى وتتصلان بلوحتين **غضروفيتين**(*). وتسمى الفتحة التي بين الأوتار **المزمار glottis** فأثناء الكلام تشد العضلات اللوحتين الغضروفيتين (ومعهما الأوتار) ويسبب الهواء الذي يمر خلال الوترين اهتزازهما فيصدر الأصوات.

• **غشاء الجنب pleura** أو **pleural membrane** طبقة نسيجية تحيط بكل من الرئتين وتبطن **التجويف الصدري thorax**. وبين غشاء الجنب المحيط بالرئتين وغشاء الجنب المبطن للصدر يوجد فراغ (**التجويف الجنبي pleural cavity**) يمتلئ **بالمائع الجنبي pleural fluid** وهذا التجويف وما فيه من مائع جنبي يكون **الكيس الجنبي**.

• **الحجاب الحاجز diaphragm** أو **midriff** صفيحة من نسيج عضلي تفصل الصدر عن القسم الأسفل من الجسم أو **البطن abdomen** يكون عند الراحة في وضع مقوّس إذ يدفعه جدار البطن من أسفل إلى أعلى

(*) الأهداب 40 العشاء المخاطي 67 الغضروف 53 المريء، البلعوم 86

- **الشُّعبات bronchi** الأنابيب الرئيسية التي تتشعب إليها القصبة الهوائية. والفرعان الأولان هما **الشعبتان الأوليان اليسرى واليمنى**. كل يحمل الهواء إلى رئة (عبر ثقب يسمى **البُوَيب hilum**) بمحاذاة الشريان الرئوي(*) pulmonary artery الذي يجلب الدم إلى الداخل. وتتفرع الشعبتان إلى **شعبات ثانوية secondary bronchi** وثالثيه **terti-ary bronchi**، ومن ثم إلى **شُعيبات**، وكلها تتواكب مع الأوعية الدموية المتفرعة من الشريان الرئوي، التي تعود فتلتقي لتشكل **الوريدين الرئويين**(*) **pulmonary veins**
- **الشُعيبات bronchioles**. ملايين الأنابيب الدقيقة في الرئتين، ، المترافقة جميعاً مع الأوعية الدموية. والشعيبات تتفرع من **الشعبات الثالثية** (انظر الشعبات) ولها فروع أصغر تسمى **الشعيبات الطرفية terminal bronchioles** تنتهي كل واحدة منها بعنقود من الأسناخ
- **الأسناخ alveoli** ملايين الأكياس الدقيقة المرتبطة **بالشعيبات الطرفية** (انظر **الشعيبات**). والأسناخ محاطة **بالشعيرات**(*) **capillaries** التي يتشبَّع دمها بثاني اكسيد الكربون الذي يعبر جدران الشعيرات إلى جدران الأسناخ (في طريقه إلى الزفير). أما الاكسجين الذي يستنشق فيدخل الأسناخ ويعبر منها إلى الشعيرات التي تندمج لاحقاً معاً مشكلة في نهاية المطاف **الوريدين الرئويين**(*)



التنفــس

- **التنفس breathing** يتكوَّن من **الشهيق** (دخول الاكسجين) **والزفير** (خروج ثاني اكسيد الكربون). وهما فعلان تلقائيا الحدوث، تضبطهما أعصاب **المركز التنفُّسي respiratory centre** في **النخاع المستطيل**(*) **medulla** تعمل هذه الاعصاب عندما يرتفع مستوى ثاني اكسيد الكربون في الدم



- **الشهيق inhalation** أو **inspiration**. فعل التنفس نحو الداخل ويترافق مع تقلص **الحجاب الحاجز diaphragm** وانبساطه موسعاً بحركته هذه التجويف الصدري **كما تنقبض أيضاً العضلات بين الأضلاع** (**العضلات الوربية intercostal muscles**) دافعة الأضلاع نحو الأعلى وإلى الأمام مما يوسع التجويف. هذا التوسع الشامل يخفض ضغط الهواء في الرئتين، فيندفع الهواء ليملأها (حتى يتوازن الضغطان الداخلي والخارجي).
- **الزفير exhalation** أو **expiration** فعل التنفس نحو الخارج، وأثناءه يرتخي **الحجاب الحاجز والعضلات الوربية** (انظر **الشهيق**)، فيندفع الهواء إلى خارج الرئتين، عندما يصغر حجم التجويف الصدري

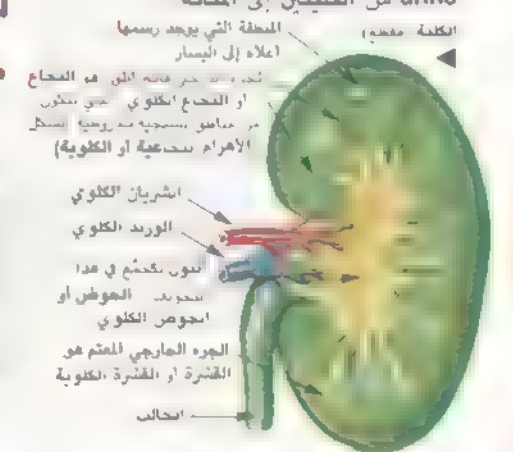
(*) الشعيرات 61 الشريان الرئويان 63 النخاع المستطيل 75 الوريدان الرئويان 63

الجهــاز البــولي

- **الجهاز البولي urinary system** هو الجهاز الرئيسي لأعضاء الجسم التي تقوم بعملية الإفراغ **excretion**، أي عملية التخلص من المواد غير المطلوبة. وهذه الأقسام نعرِّفها أدناه ويقوم الرئتان والجلد بدور في عملية الإفراغ (زفير ثاني أكسيد الكربون والتعرُّق على التوالي)



- **الكليتان kidneys** عضوان في ظهر الجسم أسفل الأضلاع مباشرة. تعتبر الكليتان عضوي الإفراغ الرئيسيين، اللذين يصفيان من الدم الفضلات كما يضبطان مستوى السوائل في الجسم ومحتوياتها (أنظر الاستتباب **homeostasis**، ص 105). يدخل الدم إلى الكلية بواسطة شريان كلوي **renal artery** ويخرج منها بواسطة وريد كلوي **renal vein**
- **الحالبان ureters** أنبوبان ينقلان البول **urine** من الكليتين إلى المثانة



داخل الكلية

1 الارتشاح الكبيبي ...

حسيم كلوي (مقطع)

شريان وارد

محفظة بومان

كبيبة

شريان صادر

الوريد الكلوي

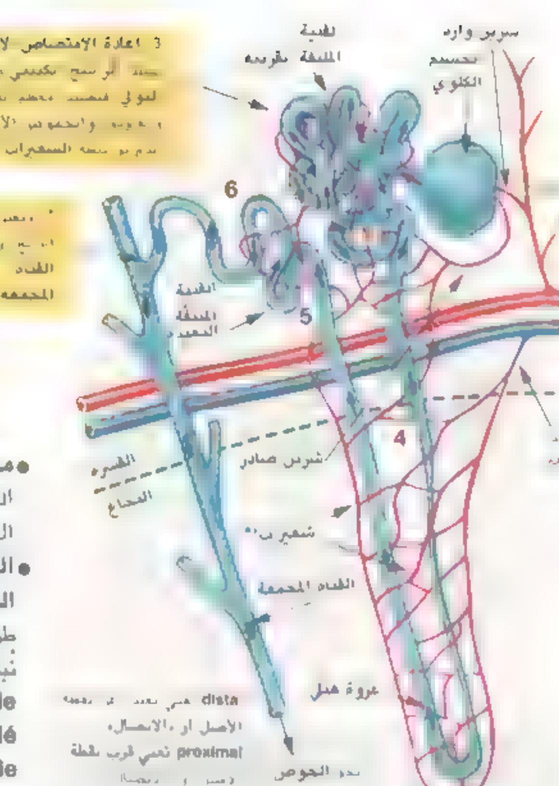
من الشريان الكلوي

2 الراشح الكبيبي ...

- **الكُلَيْونات nephrons** وحدات تصفية دقيقة في الكلية (وعددها حوالي المليون في الكلية الواحدة) وتتألف كل وحدة من **جسيم كلوي** وأنبوب بولي
- **الجُسيْمات الكلوية renal corpuscles** أو **جُسيْمات ملبيغي Malphighian corpuscles** الجسيمات التي تستخلص الموائع من الدم ويتألف كل منها من **كُبَيْبة** واحدة **ومحفظة بومان** واحدة

- **المثانة bladder** كيس يتجمع فيه جزئياً البول تكثر الثنيات (الغضون **rugae**) في بطانته وتوسع حجمه عند تمددها. وفي المثانة حلقتان عضليتان هما **المصرَّتان البوليتان urinary sphincters** الداخلية والخارجية. تضبطان انفتاح المثانة على **الإحليل urethra** فعندما يبلغ حجم البول مستوى معيناً، تحفز الأعصاب المصرَّة الداخلية فتفتح. أما المصرَّة الخارجية فهي تخضع لضبط واعٍ (إلا عند الأطفال الصغار)، ويمكن إبقاؤها مغلقة وقتاً أطول.

(*) الأبهر، الوريد الجوفي السفلي 63، الحموض الأمينية 100 (البروتينات)



● **محفظة بومان Bowman's capsule** الجزء الخارجي من كل جسيم كلوي. وهو كيس رقيق الجدران يحيط بالكُبَيْبَة

● **النبيبات البولية uriniferous tubules** أو **النبيبات الكلوية renal tubules**. أنابيب طويلة يمتد كل منها من محفظة بومان. ولكل نُبَيْب ثلاثة أقسام: **القنية الملتفة القريبة proximal convoluted tubule**، وعروة هنلي **loop of Henlé**، والقنية الملتفة البعيدة **distal convoluted tubule** وللنبيب شعيرات(*) عديدة تلتف حوله. وهي فروع **للشريين الصادر** (أنظر الكبيبة) تتحد مرة ثانية لتشكل أوعية دموية أكبر حجما لنقل الدم من **الكلية kidney**

● **القناة المجمَّعة collecting duct** أو **النبيب المجمع collecting tubule** أنبوب ينقل البول من عدة نبيبات بولية إلى **حوض الكلية**

● **الكُبَيْبَة glomerulus** كرة من **شعيرات**(*) ملتفة **capillaries** موجودة في مركز كل **جُسَيْم كلوي**. والشعيرات تتفرع من **شُرَيِّن**(*) **arteriole** يدخل الجسيم (شريين وارد **afferent arteriole**) ثم تتجمع مجددا لتخرج منه (شريين صادر **efferent arteriole**)



● **البولة urea** فضلة ذات محتوى آزوتي **nitrogenous** تنتج عن تفكك فائض **الحموض الأمينية**(*) **amino acids** في الكبد. والبولة تجري في الدم إلى أن تبلغ الكليتين مع كميات أقل من مواد مشابهة كالكرياتين

● **البول urine** السائل الذي يخرج من **الكليتين**. يتكون أساسا من البُولة وماء فائض وأملاح معدنية

● **الإحليل urethra** أنبوب ينقل البول من **المثانة** إلى خارج الجسم (وينقل عند الرجل **المني**(*) **sperm** أيضاً - أنظر **القضيب penis**، ص 88). يسمى طرح البول **التبوُّل urination** أو **micturition**

(*) الدوستيرون 106 الشريين 60 (الشرايين) الشعيرات 61 المني 93 (الأعراس) الهرمونات 106

الجهاز العصبي المركزي

الجهاز العصبي المركزي central nervous system (ج ع م) مركز التحكم بالجسم. فهو الذي ينسّق جميع أفعاله الميكانيكية والكيميائية (ذات العلاقة بالهرمونات(*) hormones)

ويتألف هذا الجهاز من الدماغ والنخاع الشوكي وتحمل ملايين الأعصاب في الجسم «الرسائل» (أي النبضات العصبية) من هذه المناطق المركزية وإليها (انظر ص 78-81)

- **الدماغ brain**. هو العضو الذي يضبط معظم أنشطة الجسم ويديرها. وهو العضو الوحيد القادر على إنتاج فعل «ذكي»، أي مبني على تجربة سابقة (معلومات مخزّنة) وأحداث راهنة وخطط مستقبلية. وهو مؤلف من ملايين **العصبونات(*) neurons** (الخلايا العصبية) المرتبة في مناطق حسّية **sensory areas** وترابطية **association** وحركية **motor**

فالمناطق الحسية تتلقى معلومات (أي نبضات عصبية) من كل أجزاء الجسم، فتقوم مناطق الربط بتحليلها واتخاذ القرارات. اما المناطق الحركية فترسل النبضات (الأوامر) إلى العضلات أو الغدد. وتحمل النبضات الياف من 43 زوجاً عصبياً هي. 12 زوجاً من **الاعصاب القحفية** (أي **الجمجمية cranial nerves**) التي تخدم الرأس، و 31 زوجاً من **الاعصاب الشوكية spinal nerves** (انظر النخاع الشوكي)

الدماغ

النخاع الشوكي (داخل العمود الفقري)(*)

- **النخاع الشوكي spinal cord** وتر طويل من النسيج العصبي يمتد من الدماغ داخل العمود الفقري(*) **vertebral column** وتمر عبره النبضات العصبية من كل أجزاء الجسم. بعضها ينتقل إلى الدماغ أو بعيدا عنه، وبعضها يعالج في النخاع نفسه (انظر الافعال اللاإرادية ص 81) يتفرع 31 زوجاً من **الاعصاب الشوكية** من النخاع الشوكي عبر العجوات القائمة بين **الفقرات(*) vertebrae** يتكون كل عصب شوكي من مجموعتين من الألياف **جذر حسي sensory root** ويتكون من ألياف **عصبونات حسية(*) sensory neurons** [illegible] النبضات، وجذر محرّك **motor root** ويتكون من ألياف **عصبونات محركة(*) motor neurons** (تأخذ النبضات بعيدا).

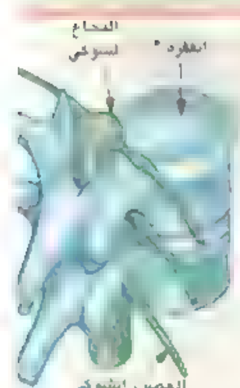
اجزاء الدماغ

- **المخّ cerebrum** [illegible] الأكبر [illegible] وفيه تعرجات عميقة [illegible] نصفي كرة مخيين **cerebral hemispheres** يصل بينهما الجسم الثفني **corpus collasum** (شريط من **ألياف عصبية(*) nerve fibres**) وتسمى طبقتهما الخارجية **القشرة المخية cerebral cortex**. وفي المخ توجد أهم المناطق الحسية والترابطية والحركية (انظر الدماغ) ويقوم المخ بضبط معظم النشاطات الجسدية ويعتبر مركز النشاطات الذهنية كاتخاذ القرارات والكلام والتعلم والذاكرة والتخيّل

- **المخيخ cerebellum** [illegible] حركة العضلات [illegible] تفعل تحت السيطرة العامة للمخ

- **الدماغ الأوسط midbrain** أو **mesencephalon** [illegible] الدماغ [illegible] **thalamus** [illegible] المخ او النخاع الشوكي

- **الجسر pons** أو جسر فارولي **pons Varolii** وصلة من ألياف عصبية(*) تشكل رابطة ما بين اجزاء الدماغ والنخاع الشوكي (عبر النخاع المستطيل)



(*) ألياف عصبية، عصبونات 76، عصبونات حسية 77، الفقرات، العمود الفقري 50، عصبونات محركة 77، هرمونات 106

● المهاد thalamus محطة ... أساسي للنبضات الواردة وتوجهها إلى مختلف أجزاء المخ. كما توجه بعض النبضات الصادرة

● تحت المهاد hypothalamus الضابط المدير لمعظم وظائف الجسم الداخلية فهو يتحكم بالجهاز العصبي المستقل autonomic nervous system (أي الخلايا العصبية التي تسبب الأفعال غير الواعية كحركة الغذاء في الأمعاء مثلاً) وفعل الغدة النخامية(*) pituitary gland ونشاطات تحت المهاد مهمة وحيوية بالنسبة إلى الاستتباب(*) homeostasis، أي إقامة استقرار الظروف الداخلية وثباتها

● الدماغ البيني diencephalon مصطلح يجمع المهاد وتحت المهاد

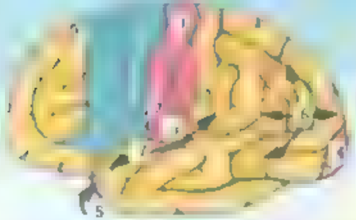
السائل المخي الشوكي يوسّد الدماغ والنخاع الشوكي إضافة إلى حمله الغذاء المحلول

مناطق المخ

مناطق الحس تستقبل النبضات الواردة

3 المنطقة السمعية الأولية نبضات من الأذنين
4 المنطقة البصرية الأولية نبضات من العينين
5 المنطقة الشمية الأولية نبضات من الأنف

المنطقة المحركة ... عضلة مختصة



مناطق الترابط تترجم النبضات وتتخذ القرارات من هذه المناطق المختصة

6 منطقة الترابط البصري تنتج البصر
7 منطقة الترابط السمعي تنتج السمع

● النخاع المستطيل medulla oblongata

... المركز التنفسي ...

● جذع الدماغ brain stem مصطلح جامع للدماغ الأوسط والجسر والنخاع المستطيل

● الدبق العصبي neuroglia خلايا عصبية متخصصة تحمل عصبونات(*) الجهاز العصبي المركزي ويحميها وبعضها ينتج مادة دهنية بيضاء تدعى النخاعين myelin (انظر خلايا شوان، ص 76) وهذه المادة تعطي الألياف الطويلة الموجودة في مناطق الدماغ الضامة وفي طبقة النخاع الشوكي الخارجية وتقود إليها وتسمى المادة البيضاء white matter. أما المادة الرمادية فتتكون أساساً من أجسام خلوية(*) ولا تنتج ألياقها القصيرة ولا دبقها العصبي مادة النخاعين

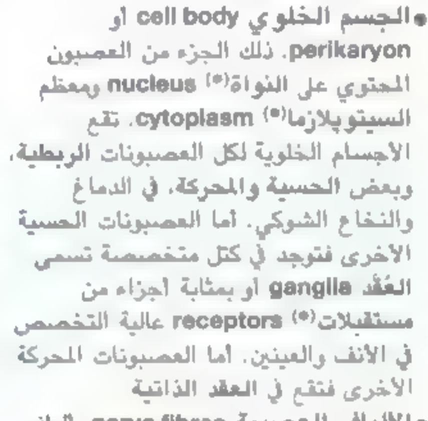


(*) الاستتباب 105 جسم خلية ... الجهاز العصبي المستقل 80 السحايا 52 العصبونات 76 الغدد النخامية 69

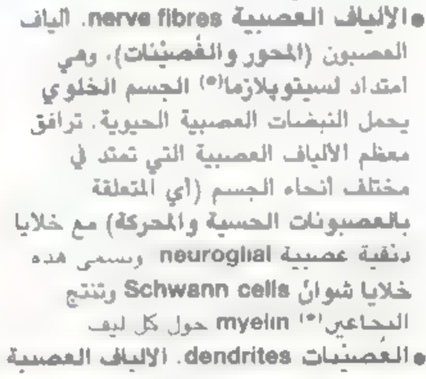
وحدات الجهاز العصبي

الخلايا العصبية أو العصبونات **neurons** هي الوحدات التي يتألف منها كل من الدماغ والنخاع الشوكي (**الجهاز العصبي المركزي**(*) **central nervous system**) وأعصاب بقية الجسم (**الجهاز العصبي المحيطي peripheral nervous system**). والعصبونات فريدة بكونها قادرة على نقل «الرسائل» الكهربائية (النبضات العصبية الحيوية) إلى كل أنحاء الجسم. ويتألف كل عصبون من **جسم خلوي** و**محور** و**عصين** واحد أو أكثر **dendrites**. كما توجد ثلاثة أنواع من العصبونات: **الحسي sensory**، و**الربطي association**، و**المحرك motor**.

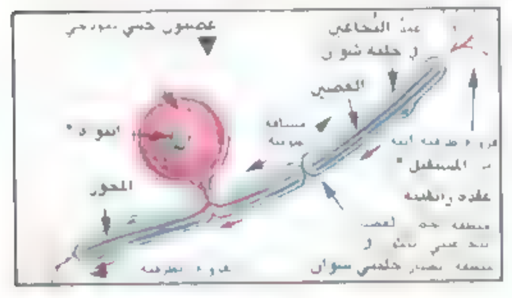
أجزاء العصبون

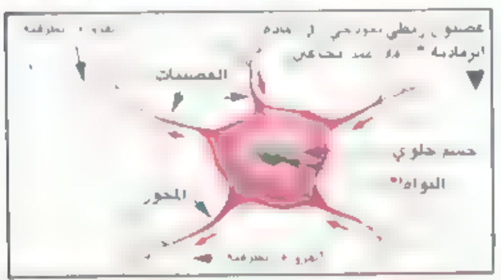


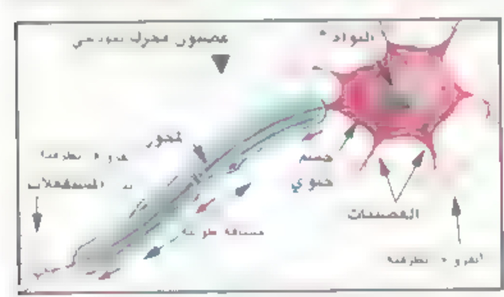
- **الجسم الخلوي cell body** أو **perikaryon**. ذلك الجزء من العصبون المحتوي على **النواة**(*) **nucleus** ومعظم **السيتوبلازما**(*) **cytoplasm**. تقع الأجسام الخلوية لكل العصبونات **الربطية**، وبعض **الحسية والمحركة**، في الدماغ والنخاع الشوكي. أما العصبونات الحسية الأخرى فتوجد في كتل متخصصة تسمى **العُقَد ganglia** أو بمثابة أجزاء من **مستقبلات**(*) **receptors** عالية التخصص في الأنف والعينين. أما العصبونات المحركة الأخرى فتقع في **العقد الذاتية**.
- **الألياف العصبية nerve fibres**. ألياف العصبون (**المحور والعُصينات**)، وهي امتداد لسيتوبلازما(*) **الجسم الخلوي** يحمل النبضات العصبية الحيوية. ترافق معظم الألياف العصبية التي تمتد في مختلف أنحاء الجسم (أي المتعلقة **بالعصبونات الحسية والمحركة**) مع خلايا **دبقية عصبية neuroglial** وتسمى هذه **خلايا شوانْ Schwann cells** وتنتج **النخاعين**(*) **myelin** حول كل ليف.



- **العُصينات dendrites**. **الألياف العصبية التي تنقل النبضات إلى الجسم الخلوي** ومعظم العصبونات ذات عصينات قصيرة وعديدة. ولكن نوعاً واحداً من **العصبونات الحسية** يملك عصيناً واحداً طويلاً **dendron** وتشكل أطراف هذه العصينات **مستقبلات**(*) **receptors** في كل أنحاء الجسم. أما العصينات نفسها فتتجه إلى داخل الأجسام الخلوية (الموجودة في **العقد**(*) خارج النخاع الشوكي مباشرة).







- **المحور axon** ليف عصبي واحد يحمل النبضات بعيداً من **جسم الخلية**. إن محاور كل **العصبونات الرابطية** و**الحسية** وبعض **العصبونات المحركة** تقع بين الدماغ والنخاع الشوكي. أما بقية العصبونات المحركة فتمتد من النخاع الشوكي إلى **العقد الذاتية**(*) **autonomic ganglia** وإلى **الفواعل effectors** (انظر **العصبونات المحركة**)

(*) الجهاز العصبي المركزي 74 السيتوبلازما 10 العقد 78 العقد الذاتية 81 المادة الرمادية نقو عل 79 النخاعين 75 النواة 10



انواع العصبونات

• **العصبونات الحسية sensory neurons** او **العصبونات الواردة afferent neurons** العصبونات التي تنقل «معلومات» (أي نبضات عصبية) عن الإحساسات. والغُصينات الاحادية في بعض العصبونات الحسية تجري في كل الجسم، فتطلق أطرافها النبضات عند الإثارة. ولمزيد من المعلومات عن هذه الأطراف (المستقبلات) ومختلف العصبونات الحسية انظر ص 78-79

• **المشابك العصبية synapses** المناطق الدقيقة التي تلتقي فيها أطراف المحور العصبي لعصبون **بغُصينات dendrites** العصبون الذي يليه وعندما تبلغ النبضة طرف المحور فإن مادة كيميائية تسمى **المادة العصبية الناقلة neurotransmitter** تطلق في **الفجوة** الدقيقة (**الفلح المَشْبكي synaptic cleft**) الفاصل بين الطرف والغصين، وعندما تبلغ تركيزاً محدداً يصبح بإمكان النبضة الانتقال إلى العصبون

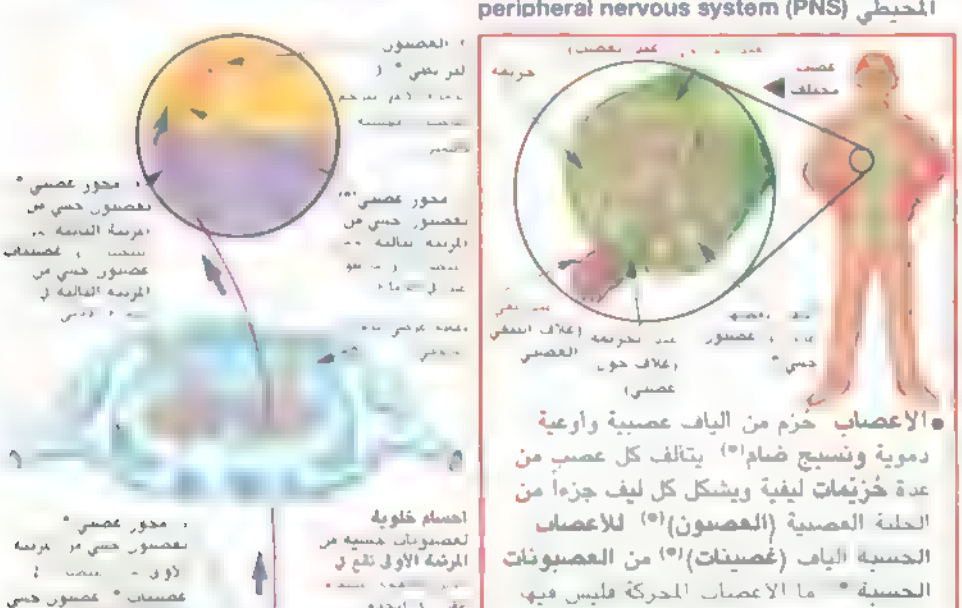
• **العصبونات المحركة motor neurons** او **العصبونات الصادرة efferent neurons** العصبونات التي تنقل «التعليمات» (أي النبضات العصبية) من الدماغ والنخاع الشوكي. تقيم أطراف **محاور** بعض العصبونات المحركة اتصالات مع العضلات او الغدد (وتسمى **المُستفعلات effectors**)، فتحفز النبضات التي تحملها (والتي تلقتها من **العصبونات الربطية**) هذه الأعضاء للقيام بعملها. لمزيد من المعلومات عن العصبونات المحركة المختلفة انظر ص 80-81

• **عصبونات الترابط association neurons** او **relay neurons** عصبُونات متخصصة رابطة موجودة في الدماغ والنخاع الشوكي بوفرة. وهذه العصبونات تلتقط النبضات (من **العصبونات الحسية**) وتترجم المعلومات الحسية وتمررها إلى **العصبونات المحركة** لبدء الفعل.

(*) المستقبلات 79.

الأعصاب والمسالك العصبية

تعتمد حساسية **sensitivity** (هيوجية **irritability**) الجسم (أي قدرته على الاستجابة للمحفزات) على نقل الرسائل (أي السيالات العصبية) بواسطة ألياف الخلايا العصبية (العصبونات* **neurons**). وتشكل الألياف التي تنقل السيالات إلى الدماغ والنخاع الشوكي جزءاً من **الجهاز الوارد** (انظر ص 80-81). أما تلك التي تنقل السيالات من الدماغ والنخاع الشوكي فتشكل جزءاً من **الجهاز الصادر efferent system**. وتؤلف كل الألياف الموجودة خارج الدماغ والنخاع الشوكي **أعصاب nerves** الجسم، وتعرف مجتمعة باسم **الجهاز العصبي المحيطي peripheral nervous system (PNS)**



● **الأعصاب** حُزم من ألياف عصبية وأوعية دموية ونسيج ضام(*). يتألف كل عصب من عدة حُزيمات ليفية ويشكل كل ليف جزءاً من الخلية العصبية (العصبون)(*). **للأعصاب الحسية** ألياف (غصينات)(*) من **العصبونات الحسية**(*). أما الأعصاب المحركة فليس فيها إلا ألياف (محاور)(*) من **العصبونات المحركة**(*) (الصادرة). في حين أن في **الأعصاب المختلفة** كلا النوعين من الألياف.

الجهاز الوارد

الجهاز الوارد afferent system هو جهاز من الخلايا العصبية (**العصبونات**)(*) تنقل ألياف المعلومات الحسية (النبضات الحسية) باتجاه النخاع الشوكي ومنه إلى الدماغ والخلايا العصبية المولجة بهذا الأمر هي **العصبونات الحسية**(*) (الواردة) **sensory (afferent) neurons** وترد النبضات من **المستقبلات receptors** فتترجم بواسطة الدماغ إلى إحساسات.



إن الطرق التي تسلكها السيالات العصبية هي المسالك العصبية. وهذا مسلك مبسّط لنظام وارد. وفي الرسم يعرض عصبون(*) واحد من كل نوع فقط (والواقع أن عصبونات عديدة تشترك في النظام)

(*) الأعصاب الشوكية 74 العصبونات الحسية العصبونات المحركة 77 العصبون 76 النسيج الضام 52



• **المستقبلات receptors** أجزاء من **الجهاز الوارد** تنتج النبضات العصبية عندما تُثار ومعظم المستقبلات هي إما طرف واحد متفرع **لغُصين(*) dendron** طويل من **عصبون حسي من المرتبة الاولى** (انظر الصورة)، أو مجموعة من هذه الأطراف. وجميع المستقبلات مثبتة داخل انسجة الجسم، وللعديد منها بنى متكونة حولها (كالبراعم الذوقية في اللسان) والمستقبلات موجودة في كل انحاء الجسم قرب سطحه (في الجلد والاعضاء الحسية والعضلات الهيكلية(*) skeletal muscles، إلخ) وفي أعماقه (متصلة بالاعضاء الداخلية وجدران الاوعية الدموية، إلخ)

• **الاعضاء الحسية sense organs** أعضاء الحواس عالية التخصص، كل يحتوي على مستقبلات عديدة. وهي الأنف واللسان والعينان والأذنان. ولمزيد من المعلومات عن العينين والأذنين أنظر ص 84-87

• **الأنف nose**. عضو حاسّة الشم. ينفتح كل من المنخرين على **فجوة انفية nasal cavity** مبطنة **بغشاء مخاطي(*)** وتكثر فيها **الشعيرات الشمّية olfactory hairs** الممتدة من سطحها وهذه الشعيرات غُصينات(*) من عصبونات حسية(*) متخصصة تدعى الخلايا الشمية وهي المستقبلات التي تترجم نبضاتها في الدماغ الى **إحساسات شمية olfactory sensations**

• **اللسان tongue**. عضو التذوُّق الرئيسي، وهو عضو عضلي فيه **البراعم الذوقية taste buds**. وهذه الجسيمات الدقيقة تحتوي على مستقبلات تترجم نبضاتها بواسطة الدماغ إلى **إحساسات ذوقية gustatory sensations**

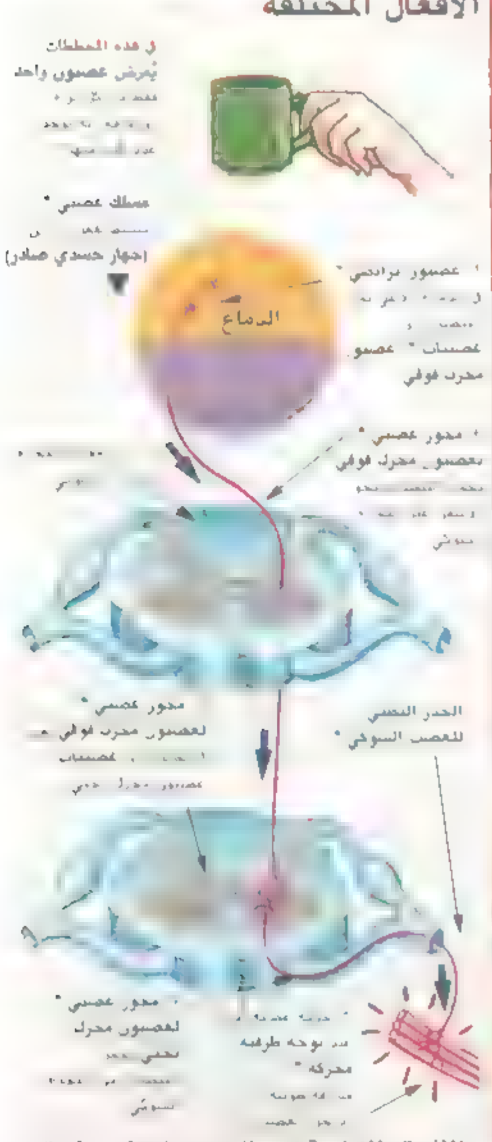
(*) البلعوم 66 العصبونات الترابطية 77 العصبون الحسي 77 العضلات الهيكلية 55 الغصين 76 الغشاء المخاطي 76

الجهاز الصادر

الجهاز الصادر efferent system الجهاز الثاني من الخلايا العصبية (**العصبونات**(*) **neurons** في الجسم (أنظر **الجهاز الوارد afferent system** ص 78، 79) ينقل الباقي خلاياه العصبية النبضات من الدماغ إلى النخاع الشوكي ومنه إلى أنحاء الجسم. أما خلاياه العصبية المولجة فهي كل **العصبونات المحرِّكة**(*) **(الصادرة) motor (efferent) neurons** الموجودة في الجسم. والنبضات المنقولة تثير الفعل في **العضلات الهيكلية**(*) **skeletal muscles** أو في الغدد والعضلات الداخلية (في جدران الأوعية الدموية والأعضاء الداخلية). فكل هذه الأعضاء تعرف باسم **المُستفعلات effectors**

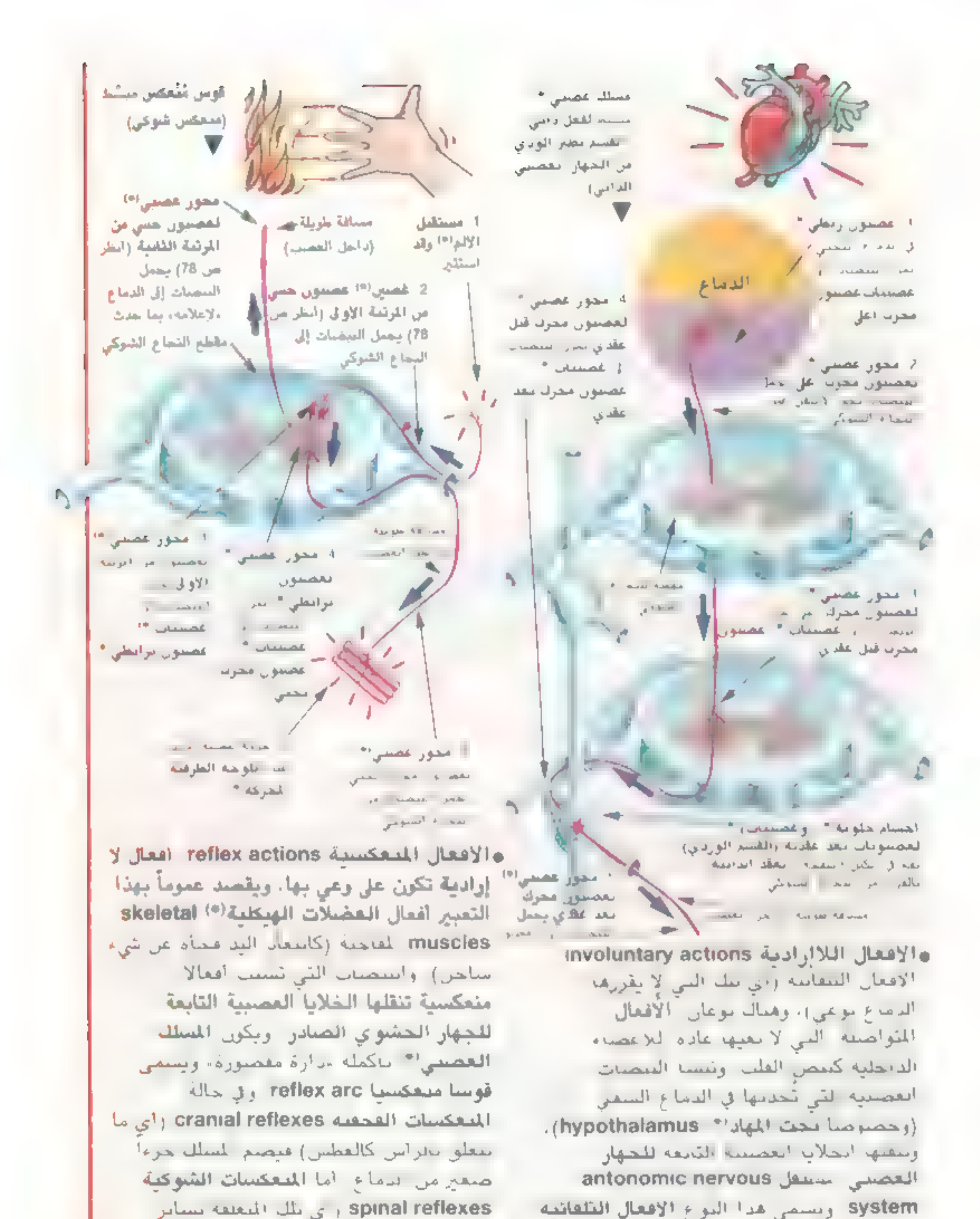


الأفعال المختلفة



●**الأفعال الإرادية voluntary actions**. أفعال ناتجة عن نشاط واعٍ للدماغ، كأن يقرر المرء أن يرفع كوباً وفي هذه الأفعال تتدخل **العضلات الهيكلية**(*) فقط. وتنشأ النبضات التي تسببها في مناطق الدماغ العليا (وخصوصاً المخ(*) **cerebrum**) وتنقلها الخلايا العصبية التابعة للجهاز الجشوي الصادر **somatic efferent system**

(*) الأعصاب الشوكية 74، العصبونات المحركة 77، العضلات الهيكلية 56، عصبونات 76، لوحة طرفية محركة 55، المخ 74



• **الأفعال اللاإرادية involuntary actions** الأفعال التلقائية (أي تلك التي لا يقررها الدماغ بوعي). وهناك نوعان: الأفعال المتواصلة التي لا نعيها عادة للأعضاء الداخلية كنبض القلب وتنشأ النبضات العصبية التي تحدثها في الدماغ السفلي (وخصوصاً تحت المهاد(*) **hypothalamus**). وتنقلها الخلايا العصبية التابعة للجهاز العصبي المستقل **antonomic nervous system** وتسمى هذا النوع **الأفعال التلقائية autonomic actions**. أما النوع الثاني من الأفعال اللاإرادية فهي **الأفعال المنعكسية**

• **الأفعال المنعكسية reflex actions** أفعال لا إرادية تكون على وعي بها. ويقصد عموماً بهذا التعبير أفعال **العضلات الهيكلية(*) skeletal muscles** المفاجئة (كابتعاد اليد فجأة عن شيء ساخن) والنبضات التي تسبب أفعالاً منعكسية تنقلها الخلايا العصبية التابعة للجهاز الحشوي الصادر. ويكون **المسلك العصبي(*)** بأكمله دارة مقصورة. ويسمى **قوساً منعكساً reflex arc**. وفي حالة **المنعكسات القحفية cranial reflexes** (أي ما يتعلق بالرأس كالعطس) فيضم المسلك جزءاً صغيراً من الدماغ. أما **المنعكسات الشوكية spinal reflexes**، أي تلك المتعلقة بسائر الجسم، فلا يشترك فيها الدماغ بنشاط وإنما النخاع الشوكي فحسب.

• الأعصاب الشوكية 74 تحت المهاد 75 العصبونات الترابطية 77 الأعصاب المسالك العصبية 78 مستقبلات الألم 83

الجــلــد

الجلد skin أو cutis. غطاء الجسم الخارجي الذي يتكوَّن من عدة طبقات نسيجية. يسجِّل الجلد المحفزات الخارجية، أي انه يستقبلها، كما يقوم بحماية الجسم من الاضرار والعدوى ويمنعه من الجفاف، ويساعد في ضبط حرارته، ويطرح الفضلات (العرق sweat) ويخزِّن الدهون، وينتج الفيتامين D vitamin D(*) ويحتوي الجلد على بنى دقيقة كثيرة لكل منها وظيفة مختلفة. ويسمى الجلد باكمله (اي الطبقات النسيجية والبنى الأخرى) الجهاز الجلدي أو الجهاز الإهابي integumentary system

الطبقات المختلفة



● البشرة epidermis الطبقة الرقيقة الخارجية من الجلد التي تكون الطبقة الظهارية epithelium (مصطلح يطلق على أي شريحة خلوية تشكل غطاء لسطح أو بطانة لأي تجويف). والبشرة تتكون من عدة طبقات strata مبيّنة اعلاه

● الأدمة dermis. الطبقة السميكة من النسيج الضام(*) connective tissue التي تقع تحت البشرة. وتحتوي على معظم البنى الجلدية (أنظر المدخل). كما تحتوي أيضا على العديد من الشعيرات الدموية(*) capillaries التي تمدُّها بالغذاء والأكسجين.

● الطبقة تحت الجلدية subcutaneous layer (أو اللفافة السطحية superficial fascia) طبقة من نسيج دهني adipose tissue أسفل الأدمة (وهي مخزن للدهن). وثمة الياف مرنة تخترقها لتربط الأدمة بالاعضاء التي تحتها، أي العضلات

بنى موجودة في الجلد

● جسيمات ميسنز Meinssner's corpuscles أجسام خاصة حول اطراف الألياف العصبية وثمة عدد كبير منها عند أطراف الاصابع وفي الكفين فجسيمات ميسنر هي مستقبلات(*) receptors اللمس، اي انها ترسل النبضات إلى الدماغ عندما يتم الاتصال بين الجلد وبين الأشياء

● الغدد الدهنية sebaceous glands غدد خارجية الإفراز(*) exocrine glands تنفتح على جريبات الشعر، وتفرز زيتاً يدعى زُهماً sebum يجعل الشعر والبشرة مقاومين للماء ويبقيهما طريَّين.

● العضلات ناصبة الشعر hair erector muscles. عضلات خاصة ترتبط كل واحدة منها بجريب شعرة وعندما تتقلص هذه العضلات (اثناء البرد) تنتصب الشعر مما يتيح حجز كمية اكبر من الهواء وخصوصا عند الحيوانات ذات الفراء او الريش

● جُريبات الشعر hair follicles أنابيب طويلة ضيقة يحتوي كل منها على شعرة تنمو الشعرة كلما أضيفت خلايا جديدة إلى قاعدتها من تلك الخلايا التي تبطن الجريب. أما الخلايا المتقادمة فتموت حالما يتكوّن الكيراتين keratin داخل الجريب (انظر الطبقة القرنية)

(*) الشعيرات الدموية 61 الغدد خارجية الإفراز 69 الفيتامين D 109 المستقبلات 79 النسيج الضام 52

● **مستقبلات الألم pain receptors**
أطراف ألياف عصبية في نسيج معظم الأعضاء الداخلية وفي الجلد (في البشرة وأعلى الأدمة العليا). إنها المستقبلات(*) التي ترسل النبضات عندما تتزايد المحفزات الخارجية (كالضغط والحرارة واللمس)، الأمر الذي يسبب الإحساس بالألم

● **شبكات الشعرة hair plexuses** أو **ضفائر جذر الشعرة root hair plexuses**. مجموعات خاصة من أطراف ألياف عصبية. كل يشكل شبكة حول جُريب الشعرة ويكون بمثابة مستقبل(*)، أي أنها ترسل النبضات إلى الدماغ، وفي هذه الحالة تتحرك الشعرة.

● **غدد التعرُّق (أو العرق) sweat glands**. غدد خارجية الإفراز(*) ملتفّة مفرزة للعرق. لكل منها أنبوب ضيق (قناة التعرق sweat duct) يتجه نحو السطح. والعرق يتكون من ماء وأملاح وبولة(*) urea، تدخل الغدة عبر الخلايا والشعيرات الدموية(*)

● **حسيمات باتشيني pacinian corpuscles** أجسام حسية تتكون حول نهايات ليف حسّي أحادي. وتقع في الطبقات السفلى من الجلد وفي جدران الأعضاء الداخلية. وهي مستقبلات(*) الضغط، أي أنها ترسلِ نبضات إلى الدماغ عندما يتلقى النسيج ضغطاً شديداً لا لمسة خفيفة فحسب

غدد العرق

الأدمة (الأوعية الدموية غير مبينة في الرسم)

الطبقة تحت الجلدية
وهي طبقة لا تعتبر جزءاً من الجلد

● **الميلانين melanin**
خِضاب(*) pigment
بني يحجب الضوء فوق البنفسجي بامتصاصه الطاقة الضوئية. يوجد في كل طبقات البشرة عند سكان المناطق المداريه، فيمنحهم لون الجلد القاتم. اما البشر

خضاب(*) الكاروتين مع الميلانين(*) ينتج ... الجلد الأصفر

ذوو الجلد فاتح اللون فيوجد الميلانين عندهم في طبقات البشرة السفلى لكنهم ينتجون المزيد منه عندما يتعرضون لضوء الشمس المباشر فتسمرُّ بشرتهم

(*) البولة 73، حضاب 27، الشعيرات الدموية 61

العـــينان

العينان **eyes** عضوا حاسة البصر **sight**، اللذان يطلقان النبضات العصبية إلى الدماغ عندما يثيرهما الضوء المنبعث من الأجسام الخارجية. ويعمد الدماغ إلى ترجمة النبضات لإنتاج الصور. تتكون كل عين من كبسولة كروية مفرّغة من الداخل (**كرة العين eyeball**) فيها العديد من الأعصاب والبنى. وتقع العينان في الحوض المحجريين (**الحجاجين orbits**) تحميهما الجفون والرموش.

الخلط الزجاجي ... الحجرة الخلفية. والخلط يحمي شكل العين كما يحمي الطبقة العصبية (الشبكية)، ويساعد على انكسار الضوء.

الرطوبة المائية سائل شفاف فيه سكريات وأملاح ... يملأ **الحجرة الأمامية**. والرطوبة تحمي العدسة ...

القُزحية ... (**البؤبؤ**) ... **الحصبات**(*) ...

القرنيّة الامتداد الشفاف **للصلبة** الذي يحمي العين الأمامية ويكسر الضوء نحو العدسة.

الملتحمة غشاء مخاطي ... القرنية.

الجسم الهدبي حلقة عضلية (**عضلة ملساء**)(*) تحيط **بالعدسة**. يتقلص الجسم الهدبي فتصغر العدسة (من حيث قطرها) وتغلظ (في ... **الرباط التعليقي** ... **الحصبات**.

ألياف رباط تعليقي (انظر العدسة)

العدسة

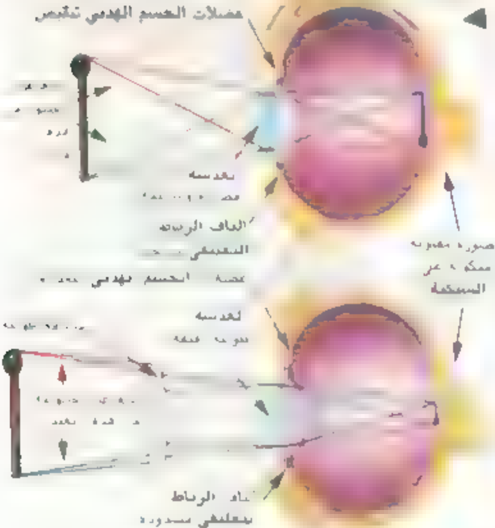
العضلة المستقيمة

الصلبة

العصب البصري

الشبكية

المشيمة ... الانعكاس

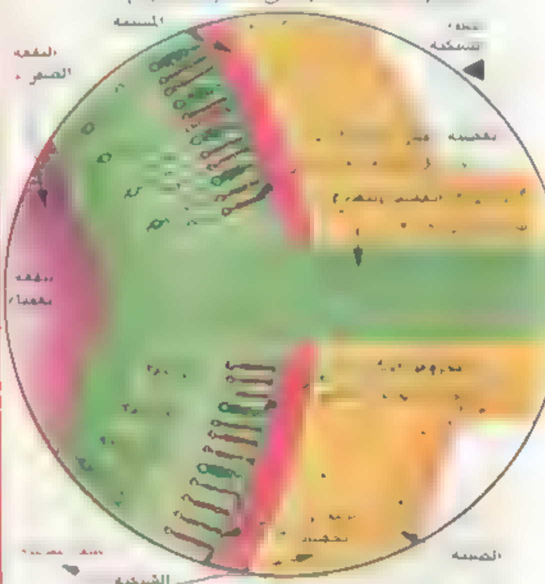


● **العدسة lens** جسم شفّاف يقوم دوره، كدور أي عدسة، في تبئير أشعة الضوء التي تخترقه، أي في جعلها **تنكسر refract** بحيث تتجمع في نقطة واحدة على **الشبكيّة** في هذه الحالة. وتتألف العدسة من كثير من الطبقات النسيجيّة الرقيقة، التي تثبّت في مكانها بواسطة ألياف **الرباط**(*) **ligament** المسمى **الرباط التعليقي suspensory ligament**. وهذه الألياف تصلها **بالجسم الهُدْبي ciliary body** الذي يمكنه أن يغير شكل العدسة بحيث يمكنها دائماً تبئير الضوء على الشبكية مهما كان بعد الهدف المنظور. وهذا ما يسمى **بالتكيُّف accommodation**. وتكوّن الأشعة صورة مقلوبة على الشبكية، إلا أن الدماغ سرعان ما يصحح وضعها.

(*) الحصبات 27، الرباطات 52، العضلة الملساء 56، الغشاء المخاطي 67

الطبقة العصبية الداخلية

• **الشبكية retina**. الطبقة النسيجية الداخلية عند مؤخرة كرة العين، المصنوعة من طبقة **خضابية**(*) وطبقة عصبية فيها ملايين الخلايا العصبية الحسية (**العصبونات الحسية**(*) **sensory neurons**) والیافها. وهذه العصبونات مرتبة في سلاسل وتنقل النبضات العصبية إلى الدماغ. والعصبونات الاولى في السلاسل هي **المستقبلات**(*) **receptors**، اي ان اليافها الطرفية (**الغصينات**(*) **dendrons**) تطلق النبضات عندما تثار بواسطة اشعة الضوء. وهذه الالياف تسمى **العُصيات rods** و**المخاريط cones** بسبب اشكالها. وهذه المستقبلات هي **مستقبلات ضوئية photoreceptors** (اي تثار بالضوء).



• **البقعة الصفراء macula lutea** او **yellowspot** منطقة من نسيج مُصْفرّ تقع في مركز الشبكية، فيها نقرة تسمى **النقرة المركزية fovea centralis**، حيث يوجد أعلى تركيز للمخاريط (نظر الشبكية)، فهي بذلك منطقة **الرؤية الاكثر حدة**. فإذا نظر المرء إلى هدف محدد فإن أشعة الضوء المنبعثة منه تتنأر في النقرة

• **البقعة العمياء blind spot** أو **الأسطوانة البصرية optic disc** هي تلك النقطة في الشبكية يغادر منها العصب البصري العين. ليس فيها أي مستقبلات (نظر الشبكية) وبالتالي فهي لا ترسل أي نوع من النبضات

البنى الموجودة حول كرة العين



• **عضلات العين الخارجية extrinsic eye muscles** أزواج لعضلات ثلاثة التي تحصر كرة العين بالمحجر (الحجاج)، وعندما تتقلص تتيح لكرة العين التحرك بشكل دائري

• **الغدتان الدمعيتان lachrymal glands** هما غدتان **خارجيتا الإفراز**(*) **exocrine glands**، تقع كل منهما في اعلى **حجاج orbit** كل عين. وهما تفرزان سائلا مائيا على بطانة الجفن الاعلى عبر انابيب تدعى **المجاري الدّمعية lachrymal ducts** والسائل يحتوي على أملاح و**انزيم**(*) **enzyme** مضاد للبكتيريا، فيغسل سطح العينين ويحفظهما نظيفتين ورطبتين. وينصرف



بصري = ما له علاقة بالبصر أو الرؤية
مرئي = ما يتم إدراكه بحاسة البصر

عبر اربع **قنوات دمعية**، تقع كل اثنتين في الزاوية الداخلية من كل عين وتتصلان لتكون **القناة الانفية-الدمعية nasolachrynal duct** التي تفرغ في **الفجوة الانفية**(*)

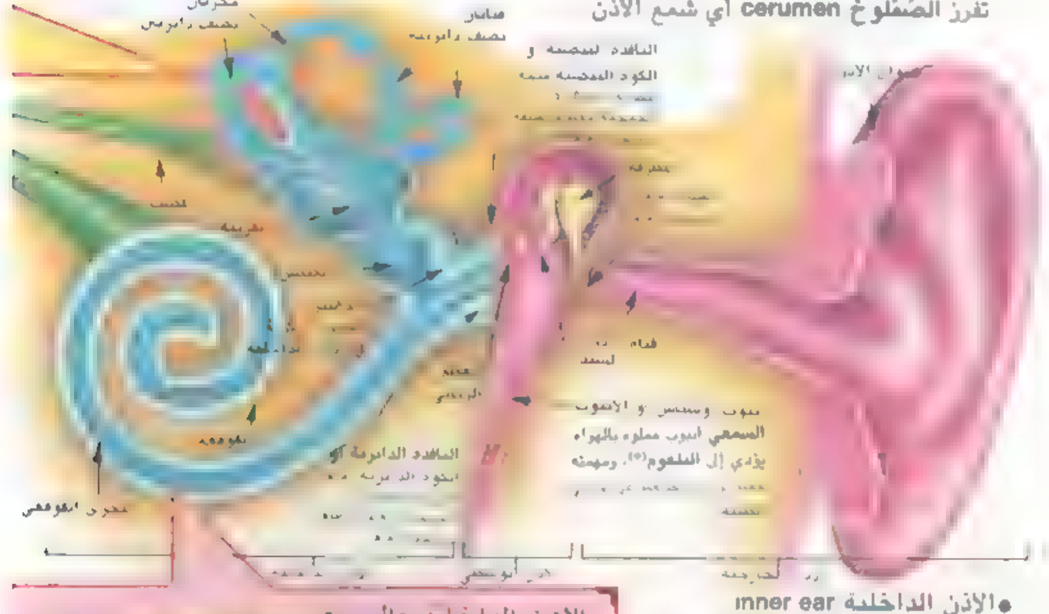
* الأنزيمات 103 الخضاب 27 العصبونات الحسية 77 الغصين 78 الغدد خارجية الإفراز 69 الفجوة الانفية 79

الأذنـــان

الأذنان ears عضوا السمع والتوازن. وينقسم كل أذن إلى ثلاث مناطق هي الأذن الخارجية والأذن الوسطى، والأذن الداخلية.

• الأذن الخارجية outer ear جسم جلدي وغضروفي(*) cartilage (يسمى الصوان pinna أو auricle) مع قناة قصيرة هي قناة الأذن ear canal أو (القناة السمعية الخارجية) تحتوي بطانتها على غدد دهنية(*) sebaceous glands خاصة تفرز الصُّمْلوخ cerumen أي شمع الأذن.

• الأذن الوسطى middle ear أو التجويف الطبلي tympanic cavity تجويف مملوء بالهواء يحتوي على سلسلة من ثلاث عظمات دقيقة هي المطرقة malleus والسندان incus والعظم الركابي stirrup.



• الأذن الداخلية inner ear سلسلة من التجاويف في الجمجمة بداخلها أنابيب وأكياس وتسمى التجاويف (القوقعة والدهليز vestibule والقناتين نصف الدائرتين) التيه العظمي bony labyrinth، وهي مملوءة بمائع واحد هو اللمف المحيطي perilymph أما الأنابيب والأكياس فمملوءة بمائع آخر هو اللمف الداخلي endolymph. وتسمى التيه الغشائي membranous labyrinth وهي المجرى القوقعي والكييس والقريبة والمجريان نصف الدائريين.

الأذن الداخلية والسمع

الجسم الدهليزي أو القناة الدهليزية

السلم الطبلي أو القناة الطبلية ... اللمف المحيطي

عضو كورتي

• القوقعة cochlea تجويف أنبوبي لولبي الشكل يعتبر جزء من الأذن الداخلية يحتوي على اللمف المحيطي (يبطن الأذن الداخلية) في قنيتين (تكملان بعضهما) تفصلا عن قنية ثالثة هي المجرى القوقعي.

(*) البلعوم 66 الغضروف 63 الغدد الدهنية 82

الأذن الداخلية والتوازن



• **الاقنية نصف الدائرية semicircular canals** جهاز مؤلف من ثلاثة تجاويف حلقية، وهو جزء من الأذن الداخلية inner ear . هذه الاقنية تقع على مستويات الحركة الثلاثة المختلفة متؤلف زوايا متعامدة بعضها على بعض

• **المجاري نصف الدائرية semicircular ducts** ثلاثة أنابيب حلقية داخل الاقنية نصف الدائرية ويحتوي كل مجرى على لمف داخلي (انظر الأذن الداخلية) وأجسام حسّية متخصصة هي الكؤيسات cupulae التي تعمل بطريقة مشابهة تماماً لطريقة عمل البقع maculae (انظر الكُييس). وكل كؤيس يحتوي على كتلة شبه هلامية (دون حصيّات) وخلايا شعرية وتقوم المجاري بإرسال المعلومات عن حركة الرأس الدائرية والانحناء إلى الدماغ

• **الكُييس saccule** او **sacculus** والقُريبة **urticle** او **urtivulus**. كيسان يقعان بين المجاري نصف الدائرية والمجرى القوقعي ويحتويان على اللمف الداخلي (انظر الأذن الداخلية)، وخلايا شعرية خاصة في بطانتهما ولهذه الخلايا الياف عصبية (أطراف الغُصيّنات dendrons) متصلة بها وشعر مغروز في كتلة شبه هلامية تسمّى البقعة macula، التي تحتوي على حُبيبات من كربونات الكلسيوم (الحُصيّات otoliths) وترسل البقع إلى الدماغ معلومات عن الحركة إلى الأمام وإلى الوراء وإلى جنب فضلاً عن انحناء الرأس

• **المجرى القوقعي cochlear duct** أنبوب لولبي الشكل في داخل القوقعة متصل بالكييس، ويحتوي على اللمف الداخلي (انظر الأذن الداخلية) وعلى جسم طويل يدعى عضو كورتي organ of Corti هذا العضو يحتوي على خلايا شعرية متخصصة تنغمس شعيراتها في اللمف الداخلي وتلامس طبقة النسيج المسمّاة الغشاء السقفي tectorial membrane. أما قواعد الخلايا فترتبط بالألياف العصبية (أطراف الغصينات)(*)





أ) الموجات الصوتية (الاهتزازات الهوائية) تدخل قناة الأذن متسبّبة اهتزاز الطبلة

ب) تلتقط عظيمات الأذن الاهتزازات وتمرّرها إلى النافذة البيضية (هذا الفعل لعتلي يضخم الاهتزازات حوالي عشرين مرة)

ج) تسبب اهتزازات النافذة البيضية موجات في اللمف المحيطي للدهليز

د) وتسبب موجات اللمف المحيطي لسلم الدهليزي بدورها موجات في اللمف الداخل للمجرى القوقعي

و) ثم تتلاشى الموجات بالتدريج

هـ) تتحرك الشعيرات فتسبب نبضات صادرة عن الياف العصب (المسفلات)(*) موجهة إلى الدماغ (فيترجمها سمعاً)

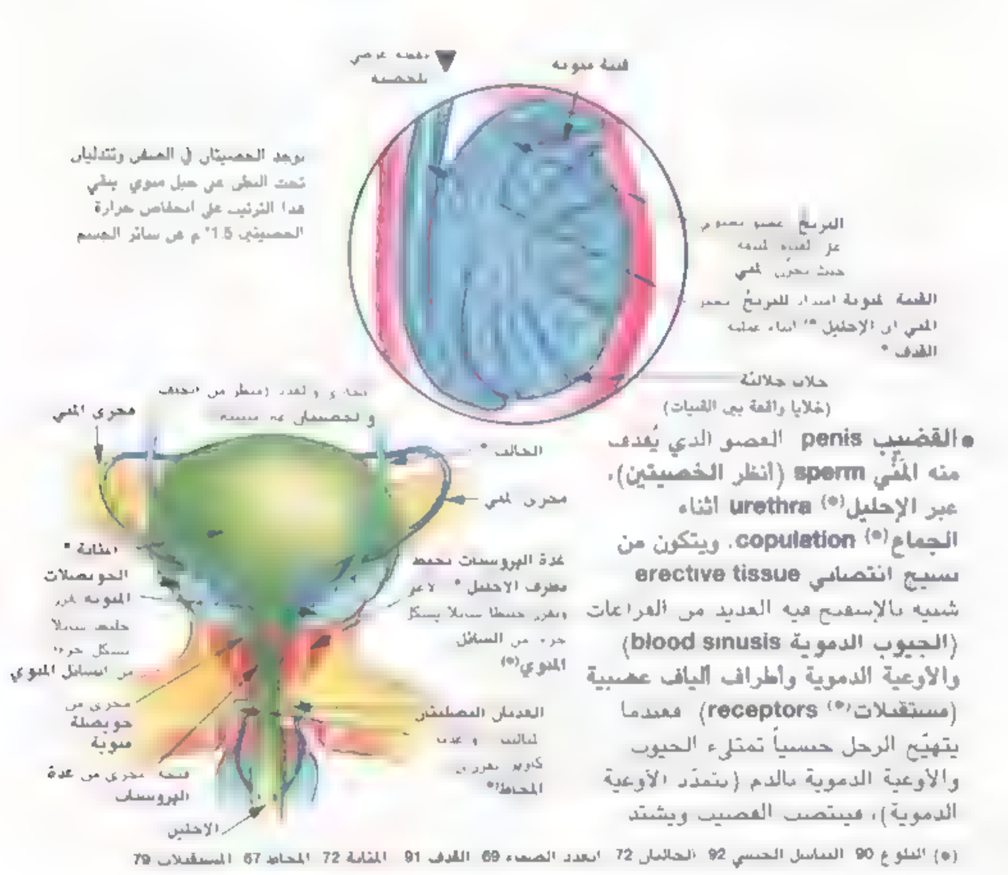
(*) العصبي 78 (الغصينات) المسفلات 79

جهــاز التناسل

التناسل أو التكاثر **reproduction** هو إنتاج حياة جديدة. ويتكاثر البشر **بالتناسل الجنسي**(*) **sexual reproduction** (أنظر ص 90 91). أما أعضاء التناسل المعنية (التي تؤلف **الجهاز التناسلي reproductive system**) فتسمى **الأعضاء الجنسية genital organs** أو **genitalia**، وهي الأعضاء التناسلية الأولية أو **المناسل gonads** (**المبيضان** عند المرأة **والخصيتان** عند الرجل). وعدد من الأعضاء الإضافية. وتعمل الخلايا الموجودة في مناسل المرأة والرجل بمثابة **غدد صماء**(*) (داخلية الإفراز) **endocrine glands** فتفرز **هرمونات**(*) **hormones** ذات أهمية فائقة.

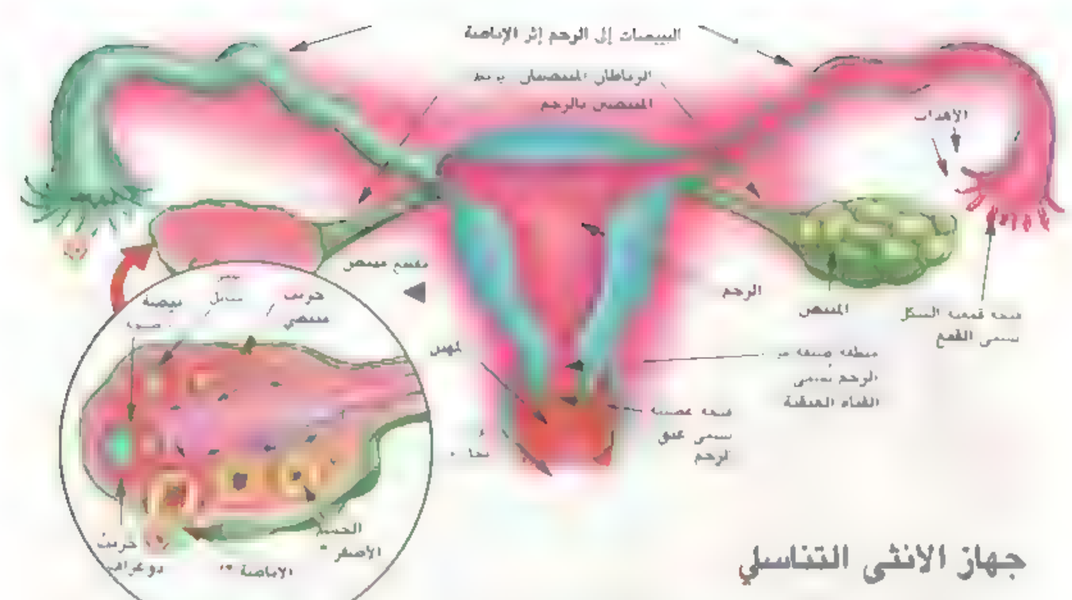
جهاز الذكر التناسلي

- **الخصيتان testes** منسلا **gonads** الذكر (أنظر المدخل) يحتويان على قناتين شبيهتين بأنبوبين تسميان **القُنيتين المنويتين seminiferous tubules**. وتتكون فيهما **العرائس**(*) **gametes** الذكرية (أي الخلايا الجنسية) المسماة **المني sperm**. وذلك إثر **البلوغ**(*) **puberty**. ولمعرفة المزيد عن كيفية تكوُّن المني انظر ص 94 95. وتوجد الخصيتان في كيس يسمى **الصَّفَن scrotum** يتدلى تحت البطن (يجب أن تكون الحرارة التي ينتج عندها المني أقل بقليل من حرارة الجسم). والخصيتان تنتجان أيضا **هرمونات**(*) (**الأندروجين androgens** ـ انظر ص 106-107)



- **القضيب penis** العضو الذي يُقذف منه المَنِي **sperm** (أنظر الخصيتين)، عبر **الإحليل**(*) **urethra** أثناء **الجماع**(*) **copulation**. ويتكون من **نسيج انتصابي erective tissue** شبيه بالإسفنج فيه العديد من الفراغات (**الجيوب الدموية blood sinusis**) والأوعية الدموية وأطراف ألياف عصبية (**مستقبلات**(*) **receptors**) فعندما يتهيّج الرجل حسياً تمتلىء الجيوب والأوعية الدموية بالدم (بتمدّد الأوعية الدموية)، فينتصب القضيب ويشتد

(*) البلوغ 90 التناسل الجنسي 92 الحالبان 72 الغدد الصماء 69 القذف 91 المثانة 72 المخاط 67 المستقبلات 79



جهاز الأنثى التناسلي

• **المبيضان ovaries** منسلا **gonads** الأنثى (أنظر المدخل) الموجودان في القسم السفلي من البطن (تحت الكليتين) معلقين **باربطة(*) ligaments** تصلانهما بجدران الحوض. وتسمى **العرائس(*)** الأنثوية (أي الخلايا الجنسية) **البُيَيضات ova**. وتُنتج دورياً في المبيضين (أي في **الجريبين المبيضيَّين**) بعد **البلوغ(*)**. لمزيد من المعلومات حول تكوُّن البُيَيضات أنظر ص 95-94

• **الجُرَيْبَان المبيضان ovarian follicles**. مناطق نسيجية تظهر دورياً في المبيضين إثر **البلوغ(*)**. يحتوي كل جُرَيْب على **بُيَيضة ovum** (أنظر المبيضين) ويتضخم الجريبان تدريجياً ويبدان بإفراز **الهرمونات(*)** (انظر **الاوستروجن oestrogen**، ص 106). وتسفر كل دورة إنتاج للجريب المبيضي عن جريب ناضج واحد فقط (**جريب دوغراف Graafian follicle**)

• **الرحم uterus**. العضو المجوف الذي ينمو **الجنين(*) foetus** بداخله، أو يشكل مصرفاً **للبُيَيضات** (انظر **المبيضين**. ـ وانظر أيضاً **الدورة الشهرية menstrual cycle**، ص 90). والرحم مبطن **بغشاء مخاطي(*) (endometrium)** يغطي جدرانه العضلية المليئة بالأوعية الدموية.

• **المهبل vagina** القناة العضلية الممتدة من **الرحم uterus** إلى خارج الجسم. تمر البيضة (**انظر المبيضين**) وبطانة الرحم الداخلية أثناء **الدورة الشهرية(*)** وتستقبل **القضيب** أثناء **الجماع(*)**. كما تشكل قناة للولادة. وتفرز بطانته سائلاً مزلقاً

• **الفرْج vulva** مجموع الأعضاء الجنسية الخارجية في جهاز الأنثى التناسلي. ويضم **البظر clitoris والشفرين labia** وهذان الأخيران عبارة عن حليتين من الجلد (ينضوي أحدهما ضمن الآخر) تحيطان بفتحتي **المهبل والإحليل(*)** أما البظر فهو أكثر الأجزاء حساسية، وهو كالقضيب مكوَّن من **نسيج انتصابي فيه كثير من المستقبلات(*)**

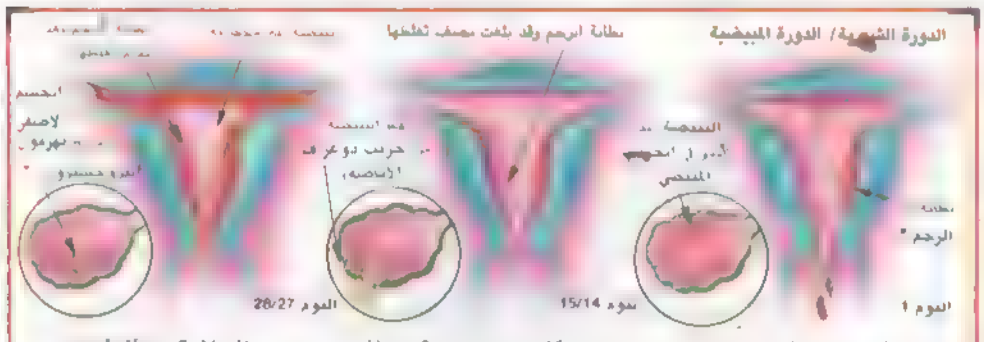
• الإباضة 90 الإحليل 73 الجماع 91 الجسم الأصفر 90 الحدس 91 السرح 87 العرائس 93 الغشاء المخاطي 67

النمو والتناسل

يتكاثر البشر بالتناسل الجنسي(*) **sexual reproduction** ويجد القارئ على هاتين الصفحتين وصف للعمليات المعنية بهذا التكاثر فضلاً عن التطورات التمهيدية التي تسمح بحدوثه.

- **البلوغ puberty** السن الذي تصبح فيه الأعضاء التناسلية ناضجة. فيصبح الشخص قادرا على أن يتناسل (ذكوراً وإناثاً). تبلغ الفتاة في عمر يتراوح بين 11 و 15 عاما فيما يبلغ الصبي في عمر يتراوح بين 13 و 15 عاما تقريباً. ويتضمن البلوغ عدداً من التغيرات الجذرية التي تحفزها **الهرمونات(*) hormones** (انظر **الاوستروجن oestrogen والاندروجن androgens**، ص 106-107). وتسمى الخصائص المستجدة الناجمة **صفات جنسية ثانوية secondary sex characters** لتمييزها عن **الصفات الجنسية الأولية primary sex characters** (أي وجود الأعضاء الجنسية عند الولادة - انظر ص 88 89)

تشمل التغيرات التي تطرأ على الذكور عند البلوغ ظهور شعر الوجه وتضخم الصوت واتساع الصدر والكتفين ونمو عضلات الجسم، ويظهر شعر الإبطين والعانة. وتبدأ **الخصيتان** (*) **بإنتاج المني (الخلايا الجنسية الذكرية).**
أما عند الإناث فتشمل التغيرات نمو الثديين أو **الغدد الثديية** واتساع الوركين. كما يظهر شعر الابطين والعانة. ويبدأ **المبيضان(*)** بإنتاج **البيضات** (الخلايا الجنسية الأنثوية). كما تبدأ **الإباضة والدورات الشهرية**

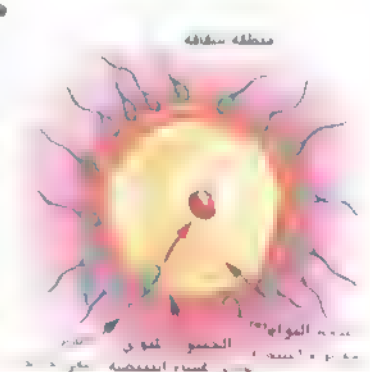


- **الدورة الشهرية men-strual cycle**. سلسلة من التغيرات التحضيرية في **بطانة الرحم(*) endometrium** في حالة **الإخصاب fertilization** تنمو في البطانة تدريجياً طبقة داخلية جديدة غنية بالأوعية الدموية. فإذا لم تظهر بُيَيْضة مخصَّبة، ما تلبث هذه الطبقة أن تتحلل لتغادر الجسم عبر **المهبل(*)(الحيض)**.

وتدوم كل دورة شهرية حوالي 28 يوماً، وتستمر بالحدوث من سن البلوغ حتى سن اليأس **menopause** (عادة بين 45 و 50 عاماً)، اي عندما ينقطع إنتاج البييضات. وتترافق أحداث الدورة الشهرية مع **الدورة المبيضية ovarian cycle**، أي نضوج البييضات في **الجريب المبيضي(*) ovarian follicle** بصورة منتظمة، الأمر الذي تتبعه **الإباضة ovulation** (أي إطلاق البييضة إلى **انبوب فالوب fallopian tube**. وتحلل **الجسم الأصفر corpus luteum**. يتكون هذا الجسم عند انفجار **جريب دوغراف(*) Graafian follicle** (لا يتحلل إذا لُقحت البيضة). وكلا الدورتين الشهرية والمبيضية تضبطهما **الهرمونات(*)** (أنظر ص 106 و 107).

(*) انبوبا فالوب 89 التناسل الجنسي 92 جريب دوغراف 89 الحنجرة 70 الخصيتان 88 الرحم 89 المهبل 89 المبيضان 89

• **الجماع copulation** أو **coitus** أو **sexual intercourse** إيلاج **القضيب** (*) في **المهبل**(*) مصحوباً بحركات إيقاعية لحوضي المتجامعين (الذكر والأنثى). ينتهي الجماع عند الرجل **بالقذف ejaculation**، أي خروج **المني semen** من **الإحليل** إلى **المهبل**. ويتألف المني من **الحيوينات المنوية sperm** (خلايا الذكر الجنسية) السابحة في مزيج مائع (**السائل المنوي seminal fluid**).



• **الإخصاب** أو **التلقيح fertilization**. العملية التي تحدث إثر **القذف**. إذا قُدّر للمني أن يلتقي البييضة في **أنبوب فالوب**(*) **fallopian tube** ذلك أن حييونا واحدا يخترق الجلدة الخارجية للبييضة (أو **المنطقة الشفافة zona pellucida**)، فتندمج نواته مع نواتها لتتكون أولى خلايا الجنين وهي **الزيج**(*) أو **اللاقحة zygote** وترحل الخلية الجديدة إلى **الرحم**(*) لتنقسم وتتمايز (**الانفلاق**(*) **cleavage**). أما الكرة الخلوية (كرة الخلايا) الناجمة عن الانقسامات الخلوية فتصبح جزءاً من جدار الرحم (**الانزراع implantion**)، وعندئذٍ يمكن تسميتها **الجنين**(*) **embryo**

الحمل

• **الحمل pregnancy** أو **gestation** هو حمل الجنين داخل **الرحم**(*) وتسمى المدة بين **الإخصاب والولادة parturition** فترة **الحمل gestation period** (نحو 9 أشهر عند الإنسان) ويسمى الكائن الذي ينمو داخل **الرحم**(*) جنيناً (foetus بعد الشهر الثاني من الحمل و embryo قبله)



(*) أنبوب فالوب 89 الزيج 93 السرابي 60 غدة البروستات الحويصلات المنوية قناة المني الحشفة الإحليل 73

أنمــاط التناسل

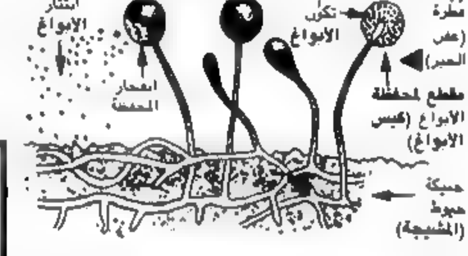
التناسل **reproduction** هو خلق حياة جديدة، وهو عملية يتميز بها كل كائن حي والتناسل على نوعين أو نمطين رئيسيين هما اللاجنسي **asexual** و الجنسي **sexual**، ولكن ثمة حالة خاصة يطلق عليها اسم **تناوب الأجيال alternation of generations**.

التناسل اللاجنسي

● **التناسل اللاجنسي asexual reproduction**. هو أبسط أشكال التناسل، يحدث في العديد من النباتات والحيوانات البسيطة. وهناك عدة أنماط مختلفة منه **كالانشطار الثنائي**(*) **binary fission** **والتناسل الخضري**(*) **vegetative reproduction** **والبَرْعمة والتبوُّغ**. ولكنها تتشارك جميعاً في خاصتين رئيسيتين. أولاً، الحاجة إلى والد واحد فقط، وثانياً، يكون الوليد الجديد مطابقاً وراثياً لوالده.



● **البَرْعَمة gemmation** تسمى أيضاً عند الحيوان **budding** نمط من التناسل اللاجنسي الموجود عند العديد من النباتات والحيوانات البسيطة كالهيدرا وهي تتضمن تكوُّن مجموعة من الخلايا التي تنمو في جسم العضوية ثم تتطور إلى عضوية مشابهة تمثل فرداً جديداً، بحيث إما أن ينفصل عن العضوية الأم (عند الحيوانات المتناسلة **بالمستعمرات**(*) **colonial** كالمرجان) أو يبقى متصلاً بها (وإن كان مستقلاً بذاته).



● **التبوُّغ sporulation**. عملية تنتج خلالها **الأبواغ spores** عند النباتات البسيطة كالفطر والحَزاز. وإثر انتشار الأبواغ بواسطة الهواء والماء تنمو نباتاتٍ جديدة. وهناك نوعان من الأبواغ، ومع ان والداً واحداً يُحتاج إليه في كلتا الحالتين، **فالتناسل اللاجنسي الحقيقي** يحدث فعلاً في نوع واحد منهما فقط. وهذا النوع من الأبواغ ينتج في نباتات كالفطر البسيط عن طريق الانقسام الخلوي العادي (انظر ص 12-13)، فتتطور منه نباتات مطابقة للوالد (وهذه ميزة مهمة تميز التناسل اللاجنسي). أما النوع الثاني من الأبواغ فإنه ينشأ نتيجة لانقسام خلوي خاص (كما عند الحزاز والسرخس ـ انظر ص 94-95) ويميِّز **التناسل الجنسي**. اما الذرية في هذه الحالة فلا تطابق الوالد تماماً (انظر **تناوب الأجيال**).

التناسل الجنسي

● **التناسل الجنسي sexual reproduction** نوع من التكاثر الذي يوجد عند النباتات المزهرة وعند معظم الحيوانات. وهو يتضمن اندماج fusion **عروسين gametes** (خليتين جنسيتين) إحداهما مذكرة والاخرى مؤنثة وهذه العملية تسمى **التلاقح او الإخصاب fertilization**. ويجد القارىء وصفاً لها على الصفحات 30 (النباتات المزهرة) و 91 (الإنسان والحيوانات المشابهة) و 48 (الحيوانات الاخرى). ولكل عروس من العروسين نصف عدد **الصبغيات**(*) **chromosomes** (يسمى **العدد الصبغي احادي الصيغة**(*) **haploid number**) التي للنبات او الحيوان المنتج لها وهذا يتم بواسطة نوع خاص من الانقسام الخلوي (انظر ص 94-95). وعندما يحدث التلاقح فإن الكائن الناتج سيحتوي بالتأكيد على العدد الصبغي نفسه الموجود عند كلا الوالدين، ويسمى **العدد ثنائي الصيغة**(*) **diploid number**.

(*) التناسل الخضري 34، الصبغيات 98 العدد الصبغي ثنائي الصيغة 12 العدد الصبغي لحادي الصيغة 94

●**تناوب الأجيال alternation of generation** عملية تناسلية موجودة لدى العديد من الحيوانات والنباتات البسيطة كقنديل البحر والمرجان. عند الحيوان يتعاقب شكل ناتج من التناسل الجنسي مع شكل ناتج من التناسل اللاجنسي. أما عند النباتات فالتناوب يحدث بين طورين من التكاثر الجنسي فجسم النبات (أي النبات العروسي gametophyte) ينتج جسماً نباتياً آخر هو النبات البوغي sporophyte، وذلك بواسطة التناسل الجنسي. وهذا الأخير ينتج بدوره الابواغ spores (انظر التبوُّغ) التي تنمو فتصبح نباتات عروسية جديدة. غير أن الابواغ تتشكل بالطريقة نفسها التي تتشكل بها العرائس (انظر ص 94-95)، وهي (والنبات العروسي) لها نصف العدد الأصلي من الصبغيات(*). وينتج النبات العروسي العرائس بواسطة الانقسام الخلوي العادي (انظر ص 12-13) حيث لا يكون هناك حاجة لتنصيف الصبغيات مرة ثانية

●**الاعراس gametes** او **germ cells**. الخلايا الجنسية التي تتلاقح في ما بينها في التناسل الجنسي، مكونة كائناً حياً جديداً. وتنتج الاعراس بنتيجة نوع خاص من الانقسام الخلوي (انظر ص 94-95). وعند الحيوانات والنباتات البسيطة تسمى الاعراس الذكرية المني sperm، اختصاراً لكلمة spermatozoa عند الحيوانات و spermatozoids عند النباتات البسيطة، اما عند النباتات المزهرة فليس هناك سوى نوى(*) nuclei (لا خلايا) وتعرف باسم النوى الذكرية male nuclei (انظر ص 30 و 95) أما العرائس الانثوية فتسمى البُيَيْضات ova أو الخلايا البيضية egg cells (وهو اسم يستخدم في حالة النباتات). والمني أصغر من البييضة وله «ذيل» هو السوط(*) flagellum

●**اللاقحة zygote** الخلية الأولى في الكائن الحي الجديد، تتكوَّن من تلاقح خليتين جنسيتين، اي عروسين، ذكرية وأنثوية (انظر التناسل الجنسي)

●**الجنين embryo** الكائن الحي في أولى مراحل تطوره ونموه. والجنين ينمو من خلية واحدة هي اللاقحة، بطريقة الانقسام الخلوي المتسلسل والمتلاحق (انظر ص 12-13) الذي يسمى الانفلاق. يتكون من ذلك عند الانسان كرة خلوية تعرف باسم التُوتَة morula، تكبر فتسمى المُعيْدة blastocyst، وبعد الانزراع(*) تعرف باسم الجنين. ومع نمو الجنين تتمايز differentiate الخلايا أي يتطور كل منها إلى نوع متخصص كالخلايا العصبية.

(*) الانزراع 91 (التلقيح، الإخصاب)، السياط 40، الصبغيات 96، النواة 10

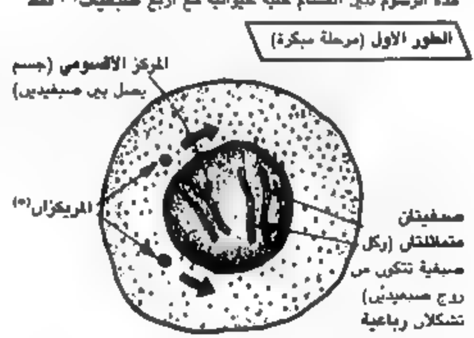
الانقسام الخلوي من أجل التناسل

يمكن للعديد من خلايا الكائن الحي أن ينقسم منتجاً بذلك خلايا جديدة من أجل النمو والتعويض (انظر ص 12-13) ومع ذلك يوجد نوع آخر من أنواع الانقسام الخلوي، الذي يحدث خصيصاً لإنتاج الأعراس(*) **gametes** (الخلايا الجنسية) التي تشترك في **التناسل الجنسي(*) sexual reproduction** (وكذلك أحد نوعي **الأبواغ(*) spore**). ويسمى انقسام **النواة(*) nucleus** في هذا النوع من الانقسام الخلوي **الانقسام المنصِّف**. ويسمى إنتاج الأعراس، بما في ذلك الانقسام الخلوي والنضوج التالي للأعراس، **تكوُّن الأعراس gametogenesis**.

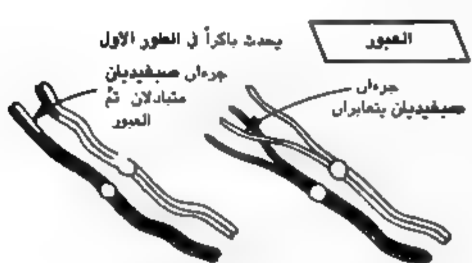
- **الانقسام المنصِّف meiosis**. انقسام **النواة(*)** عندما تنقسم الخلية لإنتاج الخلايا الجنسية (انظر المدخل). ويمكن تصنيفه إلى **الانقسام المنصِّف الأول first meiotic division** (أو **الانقسام الاختزالي reduction division**)، والانقسام المنصِّف الثاني، ويلي كل منهما انقسام **السيتوبلازما(*) cytoplasm**. كما يمكن تصنيف كل انقسام إلى أطوار مختلفة (كما هو الأمر في **الانقسام الخيطي(*) mitosis**. يضمن الانقسام المنصِّف عموماً والانقسام المنصِّف الأول خصوصاً، أن كل **نواة وليدة daughter nucleus** تحظى بنصف عدد **الصبغيات(*)** الموجودة في النواة الأم. والعدد الأصلي هو **العدد الصبغي ثنائي الصيغة** (انظر الانقسام الخيطي ص 12) أما الكمية المنصَّفة فهي **العدد الصبغي أحادي الصيغة**.

الانقسام المنصف الأول

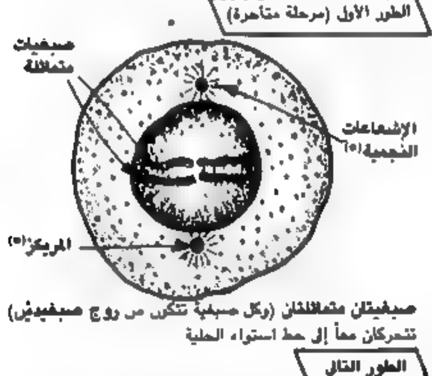
هذه الرسوم تبين انقسام خلية حيوانية مع أربع صبغيات(*) فقط



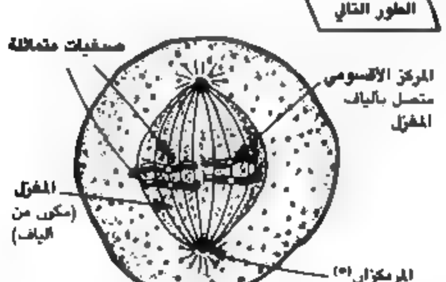
خيوط الصُّبَغين(*) في النواة(*) تلتف لتكوّن الصبغيات(*) وتصطف الصبغيات (المتماثلة) جنباً إلى جنب مشكلة أزواجاً تُسمَّى **ثنائيات التكافؤ** وتنسخ كل صبغية نفسها فتصبح زوجاً صبغيدياً (تُسمَّى الآن كل مجموعة من أربعة **صبغيات رباعية**) ثم يتحرك المريكزان(*) كل نحو أحد قطبي الخلية



تتعابر صبغيدات كل رباعية بعضها مع بعض عند مناطق تدعى التصالبات **chiasmata** ينفصل جزءان من صبغيدين عن أمهما ويتبادلان مكانيهما وهذا يؤدي إلى تخالط المورِّثات(*)، مما يجعل الولائد تختلف عن والديها ويتيح المجال للتنوع على الدوام



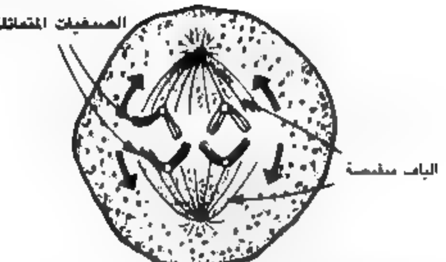
صبغيتان متماثلتان (وكل صبغية تتكون من زوج صبغيدين) تتحركان معاً إلى خط استواء الخلية



يختفي **الغشاء النووي(*)** ويشكل **المريكزان(*)** مغزلاً (انظر الطور التالي في الانقسام الخلوي الخيطي، ص - 13). ثم ما تلبث **الصبغيات(*)** (أي أزواج الصبغيدات) أن تتصل بالمغزل بواسطة مراكز الأقسوم

(*) الأبواغ 92 الإشعاعات النجمية 13 السيتوبلازما 10 الصبغين 10 الصبغيات 98 الغشاء النووي 10 المريكزان 12





الصبغيات المتماثلة (وكل منها لا يزال بعد زوجاً صبغيدياً) منفصل (أنظر قانون الفرز ص 98) وتتباعد بتأثير جذب الياف المغزل لها

الطور النهائي

مريكزان(*) جديدان

خليتان جديدتان (السيتوبلازما(*) انقسمت)

الصبغيات(*) (قبيل تفككها)

يختفي المغزل ويتناسخ المريكزان(*) يحدث ذلك مع انقسام السيتوبلازما(*) تنشأ خليتان جديدتان تحتوي كل منهما على نصف العدد الصبغي (وكل صبغية فيها صبغيدان) يتبع ذلك الطور البيني(*)، حيث ينشأ الغشاء النووي(*) وتتفكك الصبغيات مجدداً فتشكل خيوطاً (الصبغين)(*)

الانقسام المنصف الثاني

الانقسام المنصِّف الثاني second meiotic division. الانقسام الذي يحدث في الخلايا التي نتجت عن **الانقسام المنصِّف الأول**. وهو يحدث بالطريقة نفسها ويشمل الأطوار نفسها المعروفة في **الانقسام الخَيطي**(*) (عندما تنقسم **النواة**(*) بوصفها جزءاً من عملية انقسام الخلية من أجل النمو والتعويض)، ويتبعه انقسام **السيتوبلازما**(*). والفرق الوحيد هنا بين الانقسامين في أن كل نواة منقسمة تحتوي على **عدد صبغي**(*) **احادي الصيغة** (انظر **الانقسام المنصِّف**)، بحيث تكون الخلايا الجنسية الناجمة (**الاعراس**(*)) أحادية الصيغة. والانقسام الثاني يختلف استناداً إلى نوع الأعراس الناجمة، أهي أعراس ذكرية أم أنثوية. ويختلف كذلك النضوج النهائي للأعراس بعد الانقسام الثاني في الحيوانات عنه في النباتات (أنظر النص إلى اليمين).

إنتاج العروس (الذكرية)

خليتان نتجتا من الانقسام المنصِّف الأول (عدد صبغي(*) احادي الصيغة في النواتين)

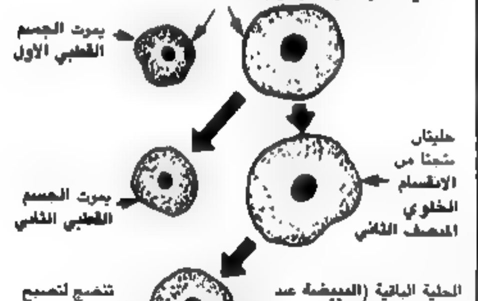
اربع خلايا ناتجة عن الانقسام الخلوي المنصِّف الثاني (وهي أرومات النطفة عند الحيوانات)

تنضج لتصبح الحيوين المنوي عند الحيوان وعند النباتات البسيطة

تنشأ خليتان من **الانقسام المنصِّف الأول** ما تلبثا أن تنقسما ثانية (أنظر **الانقسام الثاني**) عند الحيوانات تسمى الخلايا الأربع الناجمة **أرومات النطفة spermatids** التي تنضج لتصبح أعراساً ذكرية (خلايا جنسية) أو منياً. أما عند النباتات البسيطة فهذه الخلايا الاربع تتطور لتصبح إما منياً أو نوعاً من **الابواغ**(*) التي تشترك في **تناوب الاجيال**(*) وفي النباتات المزهرة تنقسم نوى الخلايا الاربع مرة ثانية (**التخبُّط**)(*) ويكون لكل الخلايا الناشئة نواتان (تنقسم إحداهما لاحقاً فتنتج **نواتين**(*) **ذكريتين**)

إنتاج العروس (الأنثوية)

خليتان نتجتا من الانقسام الخلوي المنصِّف الاول (**عدد صبغي**(*) **احادي الصيغة في النواتين**)



الخلية الباقية (**البييضة** عند الحيوانات **وكيس الجنين** عند النباتات المزهرة)

تنضج لتصبح **البييضه** عند الحيوانات

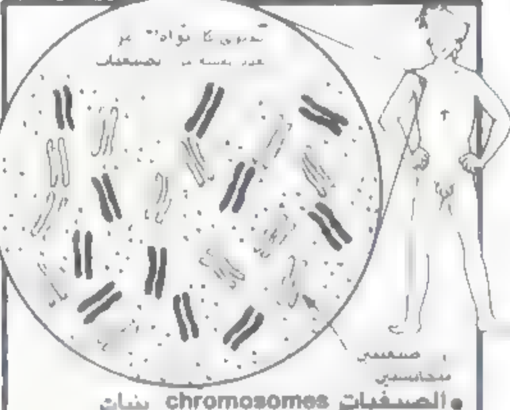
تموت إحدى الخليتين اللتين تشكَّلتا في **الانقسام المنصِّف الاول** (**الجسم القطبي الأول**) أما الخلية الثانية فتنقسم مرة ثانية (انظر **الانقسام المنصِّف الثاني**) وتموت خلية من الخليتين الناجمتين (**الجسم القطبي الثاني**) وعند الحيوانات تسمى الخلية الثانية **البييضة الناضجة ootid** وهي التي تتطور إلى **العروس**(*) الأنثوية او **البيضة ovum** أما عند النباتات المزهرة فتسمى الخلية الثانية **كيس الجنين**، التي تنقسم **نواتها**(*) ثلاث مرات (**بالتخبُّط**) ومن ضمن ثماني نوى جديدة يكون لستٍّ منها خلايا حولها فيما تبقى نواتان عاريتين. وثمة خلية واحدة من الخلايا الست تمثل العروس المؤنثة او **خلية البويضة egg cell** (انظر المدبرة، ص 30)

(*) الأعراس 10· الانقسام الخيطي 12 الأبوبة الذكرية 93 تناوب الأجيال 93· الصبغيات 98 الطور البيني 13

علـم الوراثـة

علم الوراثة **genetics** هو احد فروع علم الحياة (البيولوجيا) هو علم يُعنى بدراسة توارث الصفات، أي انتقالها من جيل إلى جيل. وتسمى الجسيمات الفاعلة في هذه العملية **الصِبْغيات**. وكل صبغية تتكون من **مورِّثات genes** ـ أي تعليمات «مُكَوَّدَة» تحدِّد مكونات العضوية (الكائن) ومظهرها. ولمزيد من المعلومات عن المورثات، أنظر ص 98.

• **الحموض النووية nucleic acids**. هناك حمضان مختلفان هما: **الحمض الريبي النووي منقوص الاكسجين (DNA)، والحمض الريبي النووي، (RNA)**. وكلا الحمضين موجود في النواة(*) (ويوجد RNA أيضاً في السيتوبلازما(*) ـ انظر الجسيمات الريبية ص 11). ويتكون كل جزيء حمض نووي من وحدات تسمى **النُويْدات nucleotides**. كما يتكون جزيء DNA من سلسلتي نويدات تلتف إحداهما حول الاخرى لتشكلا **لولباً مزدوجاً double helix** يشبه سلّما ملتوياً. أما جزيء RNA فمكوَّن من سلسلة نويدات واحِدة، ويشبه سلَّماً منصَّفاً طولياً.



• **الصبغيات chromosomes** بنيات موجودة في نوى(*) الخلايا جميعها، مع انها لا ترى منفصلة (وكأنها خيوط دقيقة مختلفة الاشكال والاحجام) إلا عند انقسام الخلية (وتلوينها بصبغة). وكل صبغية مكونة من جزيء DNA (انظر الحموض النووية **nucleic acids**) وبروتينات تدعى **الهيسْتونات histones** ويتكون جزيء DNA من سلسلة المورِّثات الكثيرة المتصلة

ولكل نوع(*) **species** من الكائنات الحية عدد محدَّد من الصبغيات في كل خلية، يسمى **العدد ثنائي الصيغة diploid number** (لدى الإنسان 46 صبغية)، وتنتظم الصبغيات في ازواج تسمى **الصبغيات المتجانسة homologous chromosomes**

بنية الحمض النووي

دنا DNA

رنا RNA

نويدات احادية

المورِّثة هي سلسلة من «الدرجات» (أي نويدات مزدوجة)

N - القاعدة أزوتية (وهي عبارة عن ذرات أزوت وكربون وهيدروجين وأكسجين مترابطة في ما بينها) وهي خمسة أنواع

A - أدنين T = تيمين (وهما يتزاوجان دائما في الدنا)

G - غوانين C - سيتوزين (وهما يتزاوجان دائما في الدنا)

U - يوراسيل (وهو موجود في الرنا فقط إذ يحل محل T الموجود في الدنا)

S - سكر (وهو عبارة عن ذرات كربون وهيدروجين وأكسجين مترابطة) وهو سكر الريبوز منقوص الاكسجين في الدنا والريبوز في الرنا

P = مجموعة فوسفاتية

(*) السيتوبلازما، النواة 10 المجموعة الفوسفاتية 106 النوع 110

• **المورِّثات genes**. مجموعات من التعليمات «المكوَّدة» (أي المرمَّزة) التي تكوِّن جزيء DNA في الصبغية (يحتوي كل جزيء DNA عند الإنسان حوالي 1000 مورِّثة) وكل مورِّثة هي عبارة عن سلسلة متصلة من حوالي 250 «درجة» على «سُلَّم» DNA. وبما أن ترتيب الدرجات متنوع فإن لكل مورِّثة «كوداً» مختلفاً يتعلق بصفة(*) **trait** خاصة من صفات الفرد (مثلاً زمرة الدم(*) **blood group** أو تركيب هرمون(*) **hormone** ما. وباستثناء **الصبغيات الجنسية**، فإن المورِّثات موجودة بصورة مزدوجة في **الصبغيات المتجانسة homologous chromosomes** (انظر الصبغيات chromosomes) وبالترتيب نفسه (عضو واحد من كل زوج في كل صبغي). وهذه المورثات المزدوجة تتحكم في الصفة نفسها ويمكن أن تصدر تعليمات متطابقة. ومع ذلك يمكن أيضاً لتعليماتها أن تكون مختلفة، بحيث تطغى تعليمات إحدى مورِّثتي الزوج (**المورثة السائدة dominant**) على تعليمات المورثة الثانية و«تحجبها» (المورِّثة الثانية تكون **متنحِّية recessive**)، إلا إذا تبين وجود حالة **سيادة غير كاملة أو السيادة المتعادلة**. مثل هاتين المورثتين غير المتطابقتين تسميان **المضادات alleles** أو **allelomorphs**.

صبغيتان متماثلتان

مورِّثتان تتحكمان بلون الشعر واقعتان في الموضع نفسه

D مورِّثة سائدة (تتحكم بلون الشعر القاتم)

d مورِّثة متنحية (تتحكم بلون الشعر الفاتح) تكتب المورثات المتنحية دائماً بحروف صغيرة

شخص متباين الزيج في صفة لون الشعر أي أن تعليمات التحكم بالصفة تحكمها مورثتان مختلفتان

كلا المورثتين تتحكمان بلون

D D

DD [illegible] الزيج في [illegible] تماثل [illegible] تعليمات كلا [illegible]

يجوز [illegible] DD و Dd [illegible] الصفة [illegible] شعر قاتم)

• **السيادة المتعادلة codominance** وضع خاص ينشأ عندما تصدر تعليمات مختلفة عن زوج **مورِّثات genes** يفترض أن تتحكم بالصفة نفسها، فلا تكون هناك سيادة (انظر **المورثات**) لأي من المورثتين بل **ثمة أثر** لكليهما. وعلى سبيل المثال في زمرة الدم(*) AB ناتجة من تعادل السيادة بين مورثة **الزمرة A ومورِّثة الزمرة B**.

• **السيادة غير الكاملة incomplete dominance**، أو الاختلاط **blending** وضع ينشأ عندما [illegible] زوج المورثتين اللتين تتحكمان بالصفة نفسها، تعطي تعليمات مختلفة لا يكون أحدها سائداً (انظر **المورثات**). و[illegible] السيادة مثلاً إلى بعض السيادة بين مورثة **اللون الأحمر وبين** مورثة اللون الأبيض **ينتج لوناً وسطاً هو اللون البني عند بعض البقر.**

• **الصبغيات الجنسيَّة sex chromosomes**. زوج من صبغيتين متجانستين (انظر **الصبغيات**) موجود في كل الخلايا (وتسمى كل الصبغيات الأخرى **الصبغيات الذاتية autosomes**). وثمة نوعان من الصبغيّات الجنسية هما X و Y. فللرجل واحدة X وأخرى Y تحمل الصبغية Y العامل الوراثي (لا المورِّثة) الذي يحدد الذكورة، ومن ثم فإن كل الأشخاص الذين يحملون صبغيتي X هم إناث

الصبغيتان X

ذكر

صبغية X

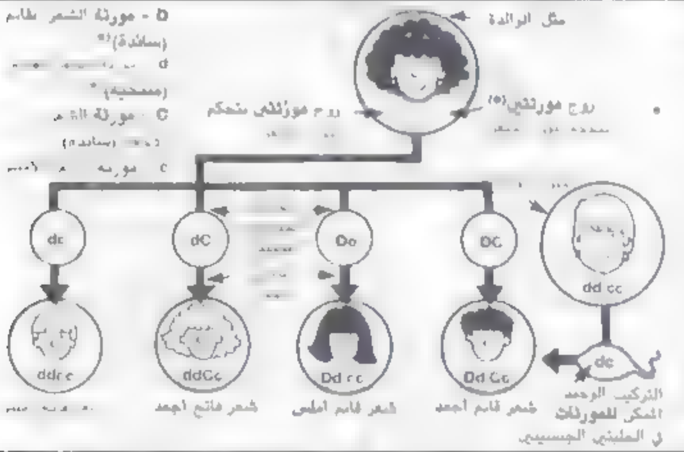
(*) زمرة الدم 59 الهرمونات 108

توارُث المورثـات

يرث كل كائن حي (او عضوية) صبغياته (*) chromosomes (ومورِّثاته(*) genes) من والديه وفي التناسل الجنسي(*) sexual reproduction يحتوي كل من المني(*) sperm والبييضة (*) ovum، اللذين يجتمعان ليشكلا الكائن الحي الجديد، على نصف عدد الصبغيات الطبيعي (العدد الصبغي احادي الصيغة haploid number، انظر ص 94-95) ويضمن ذلك ان الزيجة (*) zygote (اي اول خلية في الكائن الجديد) ستحتوي على عدد صبغي كامل ـ كما عند الوالدين ـ (انظر الصبغيات chromosomes ص 96) ويحدد قانونان (قانونا مندل Mendel's laws) العوامل الوراثية التي تنطبق دائما عندما تنقسم الخلايا لتنتج الخلايا الجنسية

- **قانون التفرّق law of segregation** (قانون مندل الأول) تنفصل الصبغيات المتجانسة(*) homologous chromosomes دائما عندما تنقسم نواة(*) الخلية لتنتج الاعراس(*) (الخلايا الجنسية، انظر ص 94-95)، الامر الذي تفعله كذلك المورِّثات(*) المزدوجة التي تتحكم بالصفة نفسها وهكذا تحوز الذرية دائماً مورِّثات مزدوجة (يأتي كل عضو منهما من احد الوالدين)

- **قانون الاتساق المستقل law of independent assortment** (قانون مندل الثاني) ان كل مورِّثة (*) من مورثتي الزوج يستطيع الاتصال بإحدى مورثتي زوج آخر عندما تنقسم الخلية لإنتاج الاعراس(*) لذا تكون جميع الاختلاطات ممكنة عند الكائن الجديد.



- **الترابط الجنسي sex linkage** تحتوي الصبغيتان(*) الجنسيتان X عند الانثى على العديد من المورِّثات (*) المزدوجة (مثل كل الصبغيات)(*) في حين تفتقر معظم مورِّثات الصبغية (*) Y عند الذكر إلى مورِّثات تربطها بـ X لذا فإن اي مورِّثات متنحية في X ستظهر عند الذكور (كالصلع او البصر) وهكذا فإن المورثات في الصبغية X تعتبر مورِّثات مرتبطة بالجنس



(*) البييضة 93، الاعراس، التناسل الجنسي 92، زيجة 93، الصبغيات المتجانسة 96، المتنحي 97، المني 93، النواة 10

حركة الموائع (السوائل)

إن حركة المواد في أنحاء الجسم، وخصوصاً دخولها إلى الخلايا وخروجها منها، أمر ضروري جداً بالنسبة إلى حياة العضوية. إذ ينبغي للمادة الغذائية أن تكون قادرة على العبور إلى الخلايا كما ينبغي لمواد الفضلات والمواد المؤذية الضارة أن تكون قادرة على الخروج. ومعظم المواد الصلبة والغازات تسلك أنحاء الجسم ذائبة في **المحاليل solutions** أي أنها **تمثل الذوائب solutes** الموجودة في **السائل المذيب solvent** (وغالبا ما يكون الماء)

- **الانتشار diffusion** حركة جزيئات المادة من منطقة تشكل فيها تركيزاً عالياً إلى منطقة يكون فيها تركيزها منخفضاً وهو عملية ذات وجهتين (حين يكون تركيز **المذاب solute** منخفضاً، يكون تركيز **المذيب solvent** عالياً، مما يسبب نزوح باتجاه التركيز المنخفض) ويتوقف الانتشار عندما يحدث توازن في التركيز. وهناك العديد من المواد - كالاكسجين وثاني اكسيد الكربون - التي تنتشر داخل الخلية وخارجها

- **التناضح osmosis** حركة جزيئات المذيب عبر غشاء نصف نفوذ **semipermeable** - انظر اعلاه - بقصد تخفيض تركيز المذاب الموجود في الجهة الأخرى من الغشاء ومعادلة التركيز في كلا الجانبين. وهذا نمط وحيد الوجهة من الانتشار، يحدث عندما لا يكون في استطاعة جزيئات المذاب العبور إلى الجهة الأخرى. أما **الضغط التناضحي osmotic pressure** فهو الضغط الذي يتكون في مكان مغلق، كالخلية حين يدخل إليها المذيب بقوة التناضح

- **النقل النشيط active transport** عملية تحدث عندما يلزم انتقال المواد بالاتجاه المعاكس للاتجاه الذي عليها أن تسلكه **بالانتشار** (أي من تركيز منخفض إلى تركيز عال. كأن تمتص الخلايا كمية كبيرة من الغلوكوز لتفكيكها)، ولا تزال هذه العملية غير مُدركة بتكامل ولكن نعتقد أن ثمة جزيئات خاصة «ناقلة» موجودة خارج الخلية «تلتقط» الجسيمات وتقوم بنقلها عبر **الغشاء الخلوي(*) cell membrane** وتتركها لتعود ثانية إلى خارج الخلية بحثاً عن جزيئات أخرى. ومن المسلم به أن الطاقة ضرورية للقيام بهذا العمل. وهي الطاقة التي تزوّد عن هيئة **الأدينوزين ثلاثي الفوسفات* ATP**

- **الاحتساء pinocytosis** عملية أخذ السائل من قبل الخلية مما يسبب انفصال قسم من **الغشاء الخلوي(*)** (مشكلاً **فجوة* vacuole**) وبإمكان معظم الخلايا فعل ذلك

(*) الغشاء الخلوي 10، الفجوة 10 النسيج المانع 64 الأدينوزين ثلاثي الفوسفات 105

الغذاء وكيفية استخدامه

الغذاء حيوي بالنسبة لكافة العضويات، يؤمن كل المواد التي يلزم تفكيكها لتعطي الطاقة وتنظم الأنشطة الخلوية وتبني الأنسجة وترمِّمها (أنظر ص 102-105) ومن الأطعمة المتنوعة **الكربوهيدرات والبروتينات والدهون** وتسمى **المواد المغذِّية nutrients**. وتسمى **المعادن والفيتامينات** (التي لا تحتاجها النباتات) والماء **اطعمة مُساعدة accessory foods** والنبات يبني غذاءه الخاص، ولكنه يمتص المعادن والماء من الخارج أما الحيوان فإنه يحصل على احتياجاته كافة من الخارج ويحلِّلها للحصول على الطاقة بواسطة عملية الهضم (أنظر 108-109)

● **الكربوهيدرات carbohydrates**. مجموعة من المواد المكوَّنة من الكربون والهيدروجين والاكسجين، التي تتفاوت من حيث تعقّد بنائها (أنظر «المصطلحات المستعملة»، ص 109) تتناول الحيوانات الكربوهيدرات المعقّدة وتفكّكها بالهضم (أنظر المخطط ص 108-109) فتصبح **غلوكوزا glucose**، أي مادة كربوهيدراتية بسيطة. ويؤمن تحلل الغلوكوز (**التنفس الداخلي**(*) **internal respiration**) كل الطاقة اللازمة تقريباً للقيام بكل نشاطات الحياة. اما النباتات فتبني الغلوكوز من مواد أخرى (أنظر **التخليق الضوئي**).

● **البروتينات protiens**. مجموعة من المواد المركبة من وحدات ابسط تدعى **الحموض الامينية amino acids** التي يدخل في تركيبها الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين، وكذلك الكبريت في بعض الحالات. وتحتوي معظم جزيئات البروتينات على مئات الحموض الامينية، وربما ألاف، يترابط بعضها مع بعض بواسطة **الروابط الببتيدية peptide links** في سلسلة او أكثر تسمّى **متعددات الببتيدات polypeptides** وتختلف البروتينات عن بعضها باختلاف تعاقب الحموض الامينية في جزيئاتها. وهي تضم **البروتينات البنيوية structural protiens** (وهي المكوِّنات الاساسية للخلايا الجديدة)، و**البروتينات الوسيطية catalytic protiens** (أي **الأنزيمات**(*) **enzymes**) التي تضطلع بدور حيوي في السيطرة على عمليات الخلية تبني النباتات حموضها الامينية من المواد التي تمتصها (أنظر **التخليق الضوئي**، ص 26)، ثم تبني منها البروتينات اما الحيوانات فتتغذى بالبروتينات وتحولها بالهضم إلى جزيئات حمض اميني احادي (أنظر ص 108-109) تنقل بعد ذلك في الدم على خلايا الجسم ويعاد تجميعها لتشكيل البروتينات المختلفة اللازمة (أنظر **الجسيمات الريبية ribosomes**، ص 12)

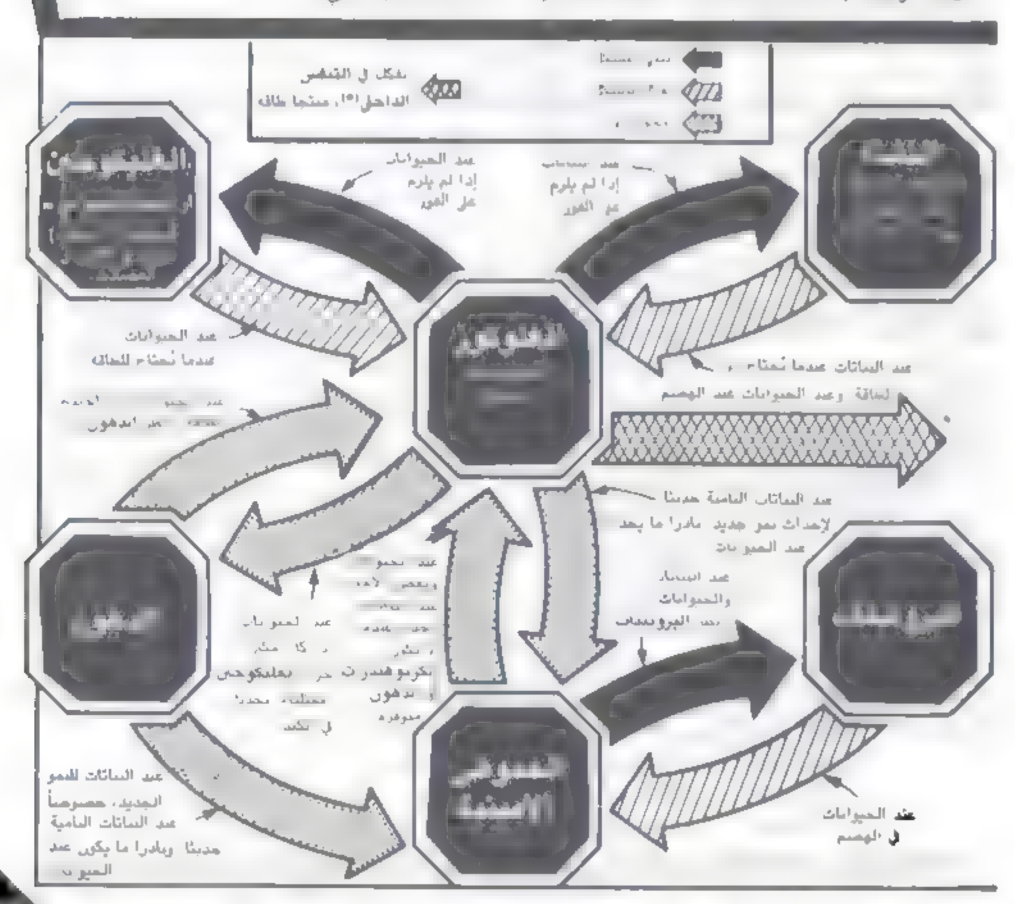
● **الدهون fats**. مجموعة من المواد المركبة من الكربون والهيدروجين وكمية صغيرة من الأكسجين تبني النباتات الدهون من المواد التي تتلقاها من الخارج بالاغتذاء، فتخزنها في بذورها لتكون خزيناً غذائياً في معظم الأحيان ويمكن تحويل الدهون إلى **غلوكوز** إضافي (أنظر **الكربوهيدرات**)، وذلك لتأمين الطاقة لنمو النبات. ينتج هضم الحيوانات للدهون **حموضاً دهنية fatty acids** و**غليسرول glycerol** (أنظر ص 108-109). فإذا دعت الحاجة إلى تفكيكها (فضلاً عن الغلوكوز) للحصول على الطاقة، يتم ذلك في الكبد. ينتج عن ذلك منتجات يستطيع الكبد تحويل بعضها إلى غلوكوز ويعجز عن تحويل بعضها الآخر فيتم تحويل الأخيرة في مكان آخر إلى مادة تشكل مرحلة متأخرة من عملية تفكيك الغلوكوز. أما الحموض الدهنية والغليسرول غير اللازمة للطاقة فسرعان ما تتحد مرة ثانية لتشكل جزيئات دهنية يجري تخزينها في مناطق مختلفة من الجسم، تحت الجلد مثلاً (أنظر **الطبقة تحت الجلدية subcutaneous layer** ص 82).

(*) الأنزيمات 102، الببتيدات المتعددة 109، التنفّس الداخلي 104

• الفيتامينات **vitamins** مجموعة من المواد الحيوية بالنسبة إلى الحيوانات التي تحتاجها بكميات ضئيلة جداً. ويتلخص دور العديد من **الفيتامينات في أنها انزيمات تميمية(*)** **coenzymes** أي أنها تساعد الانزيمات على تحفيز التفاعلات الكيميائية. انظر ص 109 حيث توجد لائحة بالفيتامينات ووظائفها

• الاملاح المعدنية **minerals** مواد طبيعية غير عضوية كالفوسفور والكلسيوم تكون جزءاً حيوياً من الانسجة النباتية والحيوانية (كما في العظام والاسنان). ويمكن العثور على العديد من المعادن في الانزيمات(*) والفيتامينات **vitamins** وهي تضم عناصر نادرة **trace elements** كالنحاس واليود الموجودين بكميات ضئيلة جداً

• الالياف **fibre** أو الحساس **roughage** غذاء يتألف معظمه **من السليلوز cellulose**، وهو كربوهيدرات متوفر في جدران الخلايا(*) **cell walls** النباتية وخلافاً **لمعظم الكربوهيدرات** لا تستطيع اكثرية الحيوانات بما فيها الانسان هضم **السليلوز**، لانها تفتقر إلى الانزيم الهاضم(*) **digestive enzyme** أو **السليولاز cellulase (بعض الحيوانات كالبزاق مثلاً يملك هذا الانزيم، وبعض آخر كالبقر يجب أن يهضم السليلوز ويفعل ذلك بطريقة مغايرة ـ أنظر الكرش rumen، ص 43) ولأن حجم الالياف كبير، فإن الطعام يمكن تداوله بواسطة عضلات الأمعاء وتحريكه** في الجهاز الهضمي



(*) الانزيمات التميمية 103 (الانزيمات) الانزيمات الهاضمة 108، التنفس الداخلي 104، جدار الخلية 10

الاستقلاب

الاستقلاب metabolism مصطلح جامع لكل التفاعلات الكيميائية المعقّدة والمنسّقة جيداً التي تحدث في العضوية. ويمكن تقسيم هذه التفاعلات إلى مجموعتين: الاستقلاب البنائي والاستقلاب الهدمي. وتتفاوت سرعات التفاعلات بحسب تباين بيئات العضويات الداخلية والخارجية. وتضطلع بدور كبير في إبقاء الشروط الداخلية مستقرة (انظر **الاستتباب homeostasis**، ص 105).

• **الاستقلاب الهدمي catabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل **التفاعلات التقويضية decomposition reactions** (الهدمية) التي تطال المركبّات في الجسم. ومن الأمثلة نورد الهضم عند الحيوانات الذي يُفكك المواد المعقدة إلى مواد أبسط من حيث التركيب (انظر ص 108-109) وكذلك التفكيك اللاحق للمواد البسيطة (التنفس الداخلي(*) **internal respiration**) والاستقلاب الهدمي ينتج دائما الطاقة (يضيع معظمها خلال الهضم على هيئة حرارة، بيد أن الطاقة الباقية في التنفس الداخلي تستخدم لدعم نشاطات الجسم). وتجدر الإشارة إلى أن عملية الاستقلاب الهدمي نفسها تحتاج إلى طاقة مثلها مثل التفاعلات الكيميائية وتؤخذ هذه الطاقة من الطاقة الكبيرة الناتجة أثناء التفاعلات. ويُحرر ما تبقى، ومن ثم تكون الحصيلة الإجمالية «وفر» في الطاقة

• **الاستقلاب البنائي anabolism**. مصطلح جامع يُستدل به على كل **التفاعلات التمثيلية synthesis reactions** (البنائية) التي تصنع المواد في الجسم. ومن الأمثلة على ذلك عملية ربط الحموض الأمينية بعضها ببعض لتركيب البروتينات (انظر ص 100). ويحتاج الاستقلاب البنائي دائما إلى الطاقة نظرا إلى ضآلة كمية الطاقة التي تنتج أثناء التفاعلات الجارية، بحيث لا تكفيه (أي تكون الحصيلة الإجمالية للاستقلاب البنائي «خسارة» للطاقة) ويغطى العجز من «وفر» الطاقة الناجم عن الاستقلاب الهدمي

• **السرعة الاستقلابية matabolic rate** السرعة الإجمالية التي تتم بها التفاعلات الاستقلابية في الفرد. وعند الإنسان، تتباين السرعة الاستقلابية من فرد إلى فرد، بل وضمن الفرد باختلاف الشروط والظروف. فهي تزداد عند التوتر stress وارتفاع درجة حرارة الجسم وأثناء التمارين. لذلك فإن السرعة الاستقلابية الصحيحة والدقيقة عند الفرد لا تقاس إلا عندما يكون مرتاحا وذا حرارة عادية، وتسمى هذه **السرعة الاستقلابية القاعدية basal metabolic rate (BMR)** وتقاس بالكيلوجول لكل $م^2$ من مساحة الجسم في الساعة. (انظر طريقة القياس والاحتساب على الصفحة المقابلة)

إن الأفراد ذوي السرعة الاستقلابية القاعدية المرتفعة يمكنهم أكل كميات كبيرة من الطعام دون أن تزداد أوزانهم، لأن الاستقلاب الهدمي للطعام (في خلاياهم) يحدث سريعا فلا يُخزن كثير من الدهون. وهذه السرعة العالية غالبا ما تنتج «فائضا» من الطاقة (أي كمية طاقة لا يحتاج إليها الاستقلاب البنائي)، فيبدو هؤلاء أن لديهم «طاقة عصبية» كبيرة. من الأفراد ذوو السرعة الاستقلابية القاعدية المنخفضة فيزداد وزنهم بسهولة ويبدو أن لديهم طاقة ضئيلة

وتتأثر السرعة الاستقلابية بعدد من الهرمونات(*) **hormones** وخصوصاً هرمون التأثير الجسدي **STH** والثيروكسين **thyroxin** والأدرينالين **adrenalin** والنورادرينالين **noradrenalin**. ولمزيد من المعلومات عن هذه الهرمونات، انظر ص 106-107

● **الكيلو جول kilojoule** وحدة لقياس الطاقة تستعمل في علم الحياة بوجه خاص للتعبير عن كمية الطاقة الحرارية الناجمة عن **الاستقلاب الهدمي catabolism** للغذاء، وبالتالي للتعبير عن **السرعة الاستقلابية القاعدية** عند الأشخاص (أنظر السرعة الاستقلابية). وتقوم الحسابات التي يشتمل عليها قياس السرعة الاستقلابية القاعدية على الجمع بين بعض الحقائق المعروفة عن عدد الكيلوجول لان الناشئة عن تفكك المواد المختلفة وبين قياس استهلاك الأكسجين في ظل شروط مسيطر عليها (أنظر أدناه)

[illegible] السرعة الاستقلابية القاعدية لشخص ما (ك جول/م^2 سا)

الحقائق المعروفة (ويمكن الحصول عليها من جهاز قياس السعرات الحرارية) هي

1 إذا استعمل ليتر اكسجين لتفكيك بعض الكربوهيدارت ينتج نحو 21.21 كيلوجول (أي طاقة تكفي لرفع درجة حرارة نحو 5050 غراماً من الماء درجة مئوية واحدة 1°م)

2 أما في حالة الدهون فإن نتيجة استخدام ليتر اكسجين تساوي 19.74 كيلو جول

3 وفي حالة البروتينات تساوي النتيجة 19.32 كيلو جول

الحساب الأول

إن الطاقة الحرارية التي تتولد عندما يتفكك الغذاء، باستخدام ليتر واحد من الأكسجين تساوي متوسط الأرقام الثلاثة أعلاه أي 20.09 كيلو جول (إذا تناول الفرد الخاضع للقياس كميات متساوية من أنواع الغذاء الثلاثة)

الاكسجين في الاسطوانة

قياس الاكسجين المستهلك من قبل جسم الشخص في وقت ثابت، بواسطة جهاز قياس التنفس

كمية ضئيلة من الاكسجين الزفير تعود ثانية إلى الاسطوانة

طبلة اسطوانية دوّارة

جير الصودا يمتص ثاني اكسيد الكربون

الشخص قيد الاختبار يتنفس من الاسطوانة الشكل المشار إليه

[illegible] عند تحرك [illegible]

[illegible] فيها)

الشخص قيد [illegible] الاسطوانة بالشكل [illegible]

الحسابات (مثال)

1 [illegible]

2 [illegible]

3 [illegible] 20.09 [illegible]

4 [illegible] 20.09 [illegible]

5 [illegible] في مجمل جسم الشخص موضوع الاختبار خلال ساعة (مستخدماً [illegible])

6 ولقد [illegible] جول في المتر المربع من الجسم في الساعة

7 [illegible]

8 تقسم 261.82 على مساحة الجسم (1.6 متر مربع مثلاً) فيكون الناتج 160.41 كيلو جول/م^2 ساعة

● **الانزيمات enzymes** بروتينات خاصة (بروتينات محفزة catalytic protrens) توجد في أجسام كل الكائنات الحية، وتعتبر هامة بالنسبة إلى التفاعلات الكيميائية الحيوية. فالانزيمات تتصرف بمثابة **محفزات catalysts**، أي أنها تسرع التفاعلات دون أن تتغير هي نفسها. وثمة أنزيمات عديدة تحتاج بدورها إلى مساعدة من مواد أخرى تسمى **الانزيمات المساعدة co-enzymes**، التي تقوم جزيئاتها «بنقل» نواتج أحد التفاعلات (التي سرّعتها الانزيمات) لتدخل في التفاعل التالي. وهناك العديد من الانزيمات المختلفة، كالانزيمات **الهاضمة digestive enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد الغذائية المعقدة إلى مواد ذوابة بسيطة (أنظر ص 108-109)، والانزيمات **التنفسية respiratory enzymes** التي تتحكم بتفكيك المواد البسيطة في الخلايا (أي التنفس الداخلي(*) internal respiration).

(*) التنفس الداخلي 104

الطاقة من أجل الحياة والاستتباب

يحتاج الكائن الحي إلى الطاقة للقيام بنشاطاته. وتتأتى هذه الطاقة من سلسلة تفاعلات كيميائية تجري داخل الخلية وتعرف باسم **التنفس الداخلي internal respiration** أو **التنفس النسيجي tissue respiration** أو **التنفس الخلوي cellular respiration**. وتحتوي الخلايا على مواد غذائية بسيطة متنوعة هي نواتج التفكيك الهضمي عند الحيوانات (انظر ص 108-109)، **والتخليق الضوئي(*) photosynthesis** عند النباتات. فهذه المواد كلها تحتوي على طاقة مخزَّنة تطلق عند تفكيكها بعملية التنفس الداخلي. وفي معظم الحالات يكون الغلوكوز هو المادة التي تتفكك (انظر **الكربوهيدرات** والرسوم، ص 100-101). وثمة نوعان من التنفس الداخلي: **التنفس اللاهوائي والتنفس الهوائي**.

• **التنفس اللاهوائي anaerobic respiration** نوع من **التنفس الداخلي** الذي لا يحتاج إلى أكسجين حر (أي الأكسجين الداخل إلى الجسم عن طريق الشهيق). والتنفس اللاهوائي عملية تجري في خلايا كل العضويات، وتطلق كمية صغيرة من الطاقة. وفي معظم العضويات يشتمل التنفس اللاهوائي على سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى **التحلُّل الغلوكولي glycolysis**، وتفكك الغلوكوز لتنتج منه **حمض البيروفيك (حمض الحصرم) pyruvic acid**. وفي الحالات العادية يعقب ذلك فوراً تنفس هوائي يحلِّل هذا الحمض السام بوجود الأكسجين، الأمر الذي يحرر كمية كبيرة من الطاقة. أما في الحالات غير العادية، فقد لا يتاح للطور الهوائي أن يحدث فوراً، مما يجعل من حدوث طور آخر لا هوائي أمراً واقعاً. (انظر **القصور الأكسجيني**)

وفي بعض العضويات الدقيقة، كالخميرة وبعض الجراثيم يستمر التنفس اللاهوائي دائماً في كل مراحل النمو، مؤمناً الطاقة الكافية لها بدون تطلب الأكسجين.

• **التنفس الهوائي aerobic respiration** النوع الثاني من **التنفس الداخلي**، لا يحدث إلا إذا وجد الأكسجين الحر. وهو الطريقة التي تحصل كل الكائنات الحية على طاقتها بواسطتها، بحيث يعقب التنفس الهوائي تنفساً لاهوائياً. والأكسجين (الذي يجلبه الدم) يذهب إلى كل خلية من الخلايا ويتفاعل في **الخُبيبات الخيطية(*) mitochondria** مع **حمض البيروفيك** الناتج من التنفس اللاهوائي. أما المادتان الناتجتان النهائيتان فهما ثاني أكسيد الكربون والماء، فيما تتحرَّر طاقة كيميائية «لتتخزن» عندئذ في حزيئات **الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)**

والتنفس الهوائي هو مثل على **الأكسدة oxidation**، أي تفكك مادة ما بوجود الأكسجين.

• **القصور الأكسجيني oxygen debt** وضع ينشأ عندما تقوم العضوية التي **تتنفس هوائياً** بعمل جسدي شديد. في مثل هذه الحالة تستخدم الخلايا الأكسجين بسرعة تفوق سرعة دخوله إليها. وهذا يعني أنه لا توجد كمية كافية من الأكسجين لتفكيك **حمض البيروفيك** السام، الذي نتج عن الطور التنفسي الأول أي **اللاهوائي**. فيخضع هذا الحمض بدلاً من ذلك إلى تفاعلات لاهوائية تحوِّله إلى **حمض اللاكتيك (حمض اللبن) lactic acid** الذي يقل ضرره كثيراً. يبدأ هذا الحمض بالتراكم، فتكتسب العضوية حالة القصور الأكسجيني. بيد أن الجسم يعمد بعدئذ إلى تنشق الأكسجين بصورة أسرع من المعتاد حتى يتمكن من تحليل حمض اللاكتيك.

(*) التخليق الضوئي 26، الخبيبات الخيطية 11

• **الأدينوزين ثنائي الفوسفات adenosine diphosphate (ADP) والأدينوزين ثلاثي الفوسفات adenosine triphosphate (ATP)**. مادتان تتكونان من مجموعة كيميائية تسمى **الأدينوزين adenosine** متحدة مع **مجموعتين** وثلاث **مجموعات فوسفاتية phosphate groups** على التوالي وتتألف المجموعة الفوسفاتية من ذرات مترابطة من الفوسفور والأكسجين والهيدروجين ويمكن أن تتحد وحيدة مع مواد أخرى أو متصلة بمجموعات فوسفاتية أخرى في سلسلة عندما يحدث **التنفس الهوائي**، تتحرَّر الطاقة الكيميائية لتدخل في التفاعلات التي تسبب تحوُّل جزيئات الأدينوزين ثنائي الفوسفات إلى جزيئات الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (وذلك بانضمام مجموعة فوسفاتية ثالثة إلى المجموعتين الموجودتين) يمكن اعتبار الطاقة التي تدخل في إحداث هذه التفاعلات «مخزونة» على هيئة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات، وهي مادة يسهل تخزينها في الخلايا (وخصوصاً في خلايا الأعضاء التي تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة كالعضلات مثلاً) وعندما يلزم الأمر صرف الطاقة، تجري تفاعلات تحوُّل ثلاثي الفوسفات ثانية إلى ثنائي الفوسفات. (ATP ← ADP)، فتتحرر الطاقة «المخزونة» وهكذا تتأمن القوة اللازمة حتى تمارس الخلايا نشاطاتها

الاستتبــاب

الاستتباب homeostasis حفاظ العضوية على **بيئة داخلية internal environment** مستقرة، مثل ثبات درجة الحرارة والتركيب ومستوى سوائل الجسم وضغطها **والسرعة الاستقلابية[*] metabolic rate**، إلخ وهو أمر حيوي لكي تمارس العضوية وظائفها كما يجب. يتطلب الاستتباب كشف أي انحراف عن المعايير (قد تسببه العوامل الداخلية والخارجية) والوسائل اللازمة لتصحيحه، وهو يمارس بفعالية خصوصاً عند الطيور **والثدييات[*] mammals** كالإنسان. ويتمُّ كشف الانحرافات بواسطة **التغذية المرتدة feedback** للمعلومات المرسلة إلى أعضاء السيطرة وعلى سبيل المثال يقوم البنكرياس دائماً بتفحص مستوى الغلوكوز في الدم (أي تغذى المعلومات بطريقة مرتدة) أما تصحيح الانحراف فيتم بواسطة **تغذية مرتدة سلبية** أي تغذية مرتدة «تنبىء» عن الانحرافات، فتنشىء تغيراً في الفعل. فإذا ارتفع مستوى الغلوكوز في الدم مثلاً، فإن البنكرياس سرعان ما يبادر إلى إنتاج كمية أكبر من **الإنسولين[*]** لتخفيضه (انظر **الهرمونات التضادية**، ص 106) وهكذا فإن معظم أفعال الاستتباب تخضع لسيطرة الهرمونات (تماماً كما رأينا في مثل الغلوكوز والإنسولين) التي يتحكم بالعديد منها **تحت المهاد[*] hypothalamus** في الدماغ. وثمة مثل آخر على أهمية تحت المهاد في تجانس الاتزان هو التحكم بحرارة الجسم فالطيور جميعاً، وكذلك الثدييات هي كائنات **متجانسة الحرارة homiothermic** (دمها حار)، أي أنها تستطيع الاحتفاظ بدرجة ثابتة (مقدارها 37° مئوية عند الإنسان) بغض النظر عن الشروط الخارجية (على عكس الحيوانات **متغيرة الحرارة poikilothermic** أو ذوات الدم البارد) فمنطقة «تنظيم الحرارة» أو **منطقة أمام الفُصوص البصرية** في تحت المهاد تقوم بكشف أي تغير في درجة حرارة الجسم وترسل النبضات إما إلى **مركز تخفيض الحرارة heat-losing centre** أو إلى **مركز زيادة الحرارة heat-promoting**، فتقوم هاتان المنطقتان بإرسال النبضات العصبية التي إما أن تخفض الحرارة أو ترفعها

(*) الإنسولين 106 تحت المهاد 75 الثدييات 113 السرعة الاستقلابية 102

الهرمـــونات

الهرمونات hormones «رسل» كيميائية خاصة تتحكم بنشاطات متنوعة في داخل العضوية. هاتان الصفحتان تحتويان على الهرمونات التي يفرزها الإنسان. والنباتات أيضاً تنتج هرمونات (**هرمونات نباتية phytohormones**) على الرغم من أن دورها ليس مفهوماً بعد بالكامل (انظر **الطبقة الفصالية abscission layer** ص 21، و**الانتحاء الضوئي photoperiodism** و**هرمونات النمو growth hormones** ص 23) وتفرز هرمونات الإنسان **الغُدد الصماء**(*) **endocrine glands**، بحيث يؤثر بعض الهرمونات على جزء خاص من أجزاء الجسم (أي **الخلايا المستهدفة target cells** أو **الأعضاء المستهدفة target organs**) فيما يؤثر البعض الآخر تأثيراً عاماً. ويعتبر **تحت المهاد**(*) **hypothalamus** (وهو جزء من الدماغ) الضابط الرئيس في عمليات إنتاج الهرمونات، فهو يتحكّم بإفراز العديد من الغدد، وخصوصاً عبر تحكمه **بالغدة النخامية**(*) **pituitary gland** التي تضبط بدورها كثيراً من الغدد «يوجه» تحت المهاد الغدة النخامية كي تفرز هرموناتها، وذلك بإرساله **عوامل ضابطة** إلى **فصّها الأمامي anterior lobe** ونبضات عصبية إلى **فصّها الخلفي posterior lobe** ويعتبر إفراز الهرمون حيوياً **لإقامة الاستتباب**

- **العوامل الضابطة regulating factors** مواد كيميائية خاصة تتحكم بإنتاج عدد من الهرمونات ومن ثم بكثير من وظائف الجسم الحيوية. تُرسل العوامل الضابطة إلى **الفص الأمامي من الغدة النخامية**(*) بواسطة **تحت المهاد**(*). وهناك نوعان من العوامل الضابطة هما **العوامل المنبِّهة releasing factors**، أي التي تدفع الغدة إلى إفراز هرمونات خاصة، و**العوامل المثبِّطة inhibiting factors**، أي التي توقف الغدة عن إفراز هرموناتها. مثلاً يسبِّب العامل المنبِّه لهرمون حث **الجُرَيبات FSH** والعامل المنبِّه **للهرمون المصفِّر LH** إفراز هرموني **FSH** و **LH** (انظر الجدول) ومن ثم استهلال عملية **البلوغ**(*) **puberty**. وهناك العديد من العوامل الضابطة التي تعتبر عوامل حيوية **لإقامة الاستتباب**(*)

- **الهرمونات التضادية antagonistic hormones**. الهرمونات ذات التأثيرات المتضادة، كهرموني **الغلوكاغون glucagon** و**الإنسولين insulin** (انظر الجدول). فعندما ينخفض مستوى الغلوكوز في الدم كثيراً، فإن البنكرياس يعمد إلى إطلاق الغلوكاغون لرفعه ثانية. أما ارتفاع مستوى الغلوكوز فيدفع البنكرياس إلى إنتاج الإنسولين لتخفيض مستواه (انظر **الاستتباب**، ص 105).

الهـرمـونـات
هرمون منشط لقشرة الكظر ACTH (adrenocorticotropic hormone)
هرمون منشط للدرقية TSH (thyroid stimulating hormone)
هرمون منشط للجسم STH (soma- totropic hormone) أو هرمون نمو الجسم HGH
هرمون منبه جُريبي FSH (follicle- stimulating hormone)
هرمون مصفر LH (lutenizing hor- mone) يسمى أيضاً luteotropin عند النساء أو هرمون منشط للخلية السدوية ICSH عند الرجال
هرمون مولد للبنَي loctogenic hormone أو PR (prolactin)
اكسيتوسين oxytocin
هرمون مضاد للإبالة ADH (anti- diuretic hormone) أو vasopressin
التيروكسين thyroxin
تيروكالسيتونين TCT أو كالسيتونين
هرمون الغدة مجاورة الدرقية PTH أو Parathyrin أو parathormon
الادرينالين أو الادرينين أو الابينفرين النورادرينالين أو النورابينفرين
الدوستيرون aldosterone
الكورتيزون cortisone أو الهيدروكورتيزون أو الكورتيزول
الأستروجين oestrogen (هرمون جنسي انثوي) البروجستيرون progesterone (هرمون جنسي انثوي)
الاندروجين androgens (هرمون جنسي ذكري) وخصوصاً التستوستيرون
الغاسترين gastrin
كوليسستوكينين CCK (cholecystokinin)
سيكريتين secretin / (بنكريوزيمين PZ pancreozymin)
إنتروكرينين enterocrinin
الإنسولين insulin
الغلوكاغون glucagon

(*) البلوغ 90 تجانس الاتزان 105، تحت المهاد 76 الغدة النخامية 80، الغدد الصماء 69

اين تُنتج	التـأثيــرات
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الامامي)**	يحفز إنتاج الهرمونات في **قشرة الغدد الكظرية** (ص 69)
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الامامي)**	يحفز إنتاج **الثيروكسين** بواسطة **الغدة الدرقية** (ص 69)
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الامامي)**	يحفز النمو بزيادة السرعة التي تترابط فيها الحموض الأمينية لتخليق البروتينات في الخلايا
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الامامي)**	يعمل عند المرأة بالتعاون مع **LH** لتحفيز نمو **البييضة** في **الجريبين المبيضيين** (ص 89) وإفراز **الاستروجين** بواسطة الجريبين في أطوار **الدورة الشهرية** المبكرة (ص 90) أما عند الرجل فيسبب تكوّن **المني** (ص 93)
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الامامي)**	يحفز **الإباضة** (ص 90) وتكوُّن **الجسم الأصفر** (ص 90) وإفرازه **الإستروجين والبروجيستيرون** يعمل مع الاستروجين والبروجيستيرون لتحفيز تغلظ بطانة **الرحم** (ص 89) أما عند الرجل **فهو يحفز** إنتاج **الأندروجين**
الغدة النخامية (ص 69) **(الفص الأمامي)**	يعمل مع **LH** لإفراز الهرمونات بواسطة **الجسم الأصفر** (ص 90) كما يسبب أيضاً إنتاج الحليب بعد الوضع
تحت المهاد (ص 75) يتكون في **الغدة النخامية (الفص الخلفي)**	يحفز تقلصات عضلات **الرحم** (ص 69) أثناء المخاض وإدرار الحليب بعد الوضع
تحت المهاد (ص 75) يتكون في **الغدة النخامية (الفص الخلفي)**	يزيد كمية الماء الذي أعيد امتصاصه في الدم من **النبيبات البولية** (ص 73) في الكليتين
الغدة الدرقية (ص 69)	يزيد من سرعة تحلُّل الغذاء، كما يزيد الطاقة ويرفع درجة حرارة الجسم يعمل مع **STH** عند الفتيان لضبط سرعة النمو والتطور يحتوي على اليود
الغدة الدرقية (ص 69)	ينقص مستوى الكلسيوم والفوسفور في الدم بإنقاص كمية إطلاقه من العظام (حيث يتخزنان)
الغدة مجاورة الدرقية (ص 69)	يرفع من مستوى الكلسيوم في الدم بزيادة كمية إطلاقه من العظام (أنظر أعلاه) ينقص مستوى الفوسفور
الغدد الكظرية (ص 69) **(النخاع المستطيل)** وكذلك عند الأطراف العصبية يفرز عند الاهتياج أو الشعور بالخطر	يحفز الكبد على إطلاق المزيد من الغلوكوز في الدم كي يتمكن تحصيلا للطاقة يحفز ازدياد سرعة خفقان القلب والتنفس وتضيُّق الأوعية الدموية
الغدد الكظرية (ص 69) **(القشرة)**	يزيد كمية الصوديوم والماء في الدم بإعادة امتصاصهما من **النبيبات البولية** (ص 73) في الكليتين
الغدد الكظرية (ص 69) **(القشرة)**	يحفز زيادة سرعة تحلل الغذاء تحصيلا للطاقة، وبذلك يزيد من القدرة على مقاومة التوتر ويخفض الالتهابات
غالباً في **الجريبين المبيضيين** (ص 89) **والجسم الأصفر** (ص 90) في **المبيضين** (أعضاء الأنثى التناسلية، ص 89) وكذلك في **المشيمة** (ص 91) أثناء الحمل	ينشط الاستروجين نمو **الصفات الجنسية الثانوية** عند **البلوغ** (ص 90)، كنمو الثديين مثلاً يعمل الاثنان معاً على تحضير **الغدتين الثديتين** كي تنتجا الحليب. كما يعملان مع **LH** لإحداث تغلظ بطانة **الرحم** (ص 69) ويسود البروجستيرون عند نهاية **الدورة الشهرية** (ص 90) وأثناء الحمل عندما يحافظ على جهوزية بطانة الرحم والغدة الثديية
غالبا في الخلايا الخلالية في الخصيتين (أعضاء الذكر التناسلية، ص 88)	ينشط نمو **الصفات الجنسية الثانوية** عند **البلوغ** والحفاظ عليها (ص 90)، مثل نمو شعر الذقن
خلايا في المعي الدقيق	يحفز على إنتاج **العصارة المعدية** (ص 108)
خلايا في المعي الدقيق	يحفز على فتح **مصرّة اودي sphincter of oddi** وتقلص المرارة وإطلاق **الصفراء** (وكلها في ص 69) إلى **الإثني عشري** (ص 67)
خلايا في المعي الدقيق	يحفز البنكرياس على إنتاج **العصارة البنكرياسية** (ص 108) وإفرازها في **الإثني عشري** (ص 67)
	يحفز على إنتاج **العصارة المعوية** (ص 108)
البنكرياس حين يكون مستوى الغلوكوز في الدم مرتفعاً جداً	يحفز الكبد على تحويل الغلوكوز إلى غليكوجين للتخزين (ص 101) كما يسرع نقل الغلوكوز إلى الخلايا
البنكرياس حين يكون مستوى الغلوكوز في الدم منخفضاً جداً	يحفز تحويل الغليكوجين إلى غلوكوز بشكل أسرع في الكبد (ص 101)، وكذلك تحويل الدهون والبروتينات إلى غلوكوز

العصارات الهضمية والأنزيمات

تحتوي كل العصارات الهضمية(*) digestive juices في الجسم البشري على انزيمات(*) تتحكم بتفكيك الغذاء وتحليله إلى مواد بسيطة قابلة للذوبان وهذه الانزيمات تسمى الأنزيمات الهاضمة، ويمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات الأميلاز (ات) amylases او الدياستاز(ات) diastases تحفز هضم الكربوهيدرات(*) carbohydrate وتكون النواتج احاديات السكريد البروتيناز(ات) proteinases أو الببتيداز(ات) peptidases تحفز هضم البروتينات فتحللها إلى حموض امينية(*) amino acids وذلك بتحليل الروابط الببتيدية الليباز(ات) lipases تحفز هضم الدهون fats فتحولها إلى غليسيرول وحموض دهنية (انظر الدهون، ص 100) يحتوي الجدول ادناه على العصارات الهضمية المختلفة الموجودة في الجسم وانزيماتها وتأثيراتها

العصارة الهضمية اللعاب saliva
المنتج الغدد اللعابية(*) في الفم
الانزيم الهاضم الأميلاز اللعابي (او البتيالين ptyalin)
التأثير يبدأ تفكيك الكربوهيدرات(*) كالنشاء والغليكوجين (وهما من متعددات السكريد polysaccharides ـ انظر ص 101)
الناتج بعض الدكسترين dextrin (متعدد سكريد اقصر طولاً) انظر الملحوظة 1

العصارة الهضمية العصارة المعدية gastric juice
المنتج الغدد المعدية(*) gastric glands في بطانة المعدة تفرز في المعدة (المفدين ـ gastrin، ص 106)
الانزيمات الهاضمة
1 الببسين (بروتيناز) انظر الملحوظة 2
2 الرينين (بروتيناز) انظر الملحوظة 2
3 حمض الهيدروكلوريك
4 الليباز المعدي موجود بصورة رئيسية عند اليافعين
التأثير
1 يبدأ تفكيك البروتينات(*) (متعددات الببتيد)
2 يعمل (مع الكلسيوم) على تخثير الحليب، اي يؤثر على بروتين الحليب (الكازين casein) انظر الملحوظة 3
3 ينشط الببسين (انظر الملحوظة 2)، يخثر الحليب عند الكبار (انظر الملحوظة 3) ويقتل البكتيريا
4 يبدأ تفكيك الدهن(*) في الحليب
النواتج
1 متعددات الببتيد اقصر طولاً
2 3 خثارات، أي الحليب الصلب
4 مركبات وسطية

العصارة الهضمية الصفراء
المنتج الكبد. تخزن في المرارة(*)، تفرز إلى المعي الدقيق (انظر CCK ص 106)
مكوناتها املاح الصفراء وحموضها
التأثيرات تفكك الدهون(*) (والمركبات الوسطية) إلى جزيئات اصغر. تسمى العملية الاستحلاب emulsification

العصارات الهضمية عصارة البنكرياس
المنتج البنكرياس تفرز العصارة إلى المعي الدقيق (انظر السكريتين/ PZ، ص 106)
الانزيمات الهاضمة
1 التريبسين (بروتيناز) انظر الملحوظة 2
2 الكيموتريبسين (بروتيناز) انظر الملحوظة 2
3 كربوكسي ببتيداز (بروتيناز) انظر الملحوظة 2
4 الأميلاز البنكرياسي (او الاميلوبسين)
5 الليباز البنكرياسي
التأثيرات
1 2 3 تكمل تواصل تفكيك البروتينات(*) (متعددات الببتيد الطويلة والقصيرة)
4 يواصل تفكيك الكربوهيدرات(*)
5 يفكك جزيئات الدهن(*)
النواتج
1 2 3 ببتيدات ثنائية وبعض الحموض الامينية(*)
4 المالتوز (سكريد ثنائي)
5 غليسرول وحموض دهنية (انظر الدهون، ص 100)

العصارة الهضمية العصارة المعوية intestinal juice (او succus entericus)
المنتج الغدد المعوية(*) في بطانة المعي الدقيق الإفراز النهائي في المعي الدقيق (انظر الإنيتروكرينين ـ enterocrinin، ص 106)
الانزيمات الهاضمة
1 المالتاز (اميلاز)
2 السكراز (او آز السكر saccharase) (اميلاز)
3 اللاكتاز (اميلاز)
4 الانتيروكيناز انظر الملحوظة 2
التأثيرات
1 يفكك المالتوز (ثنائي سكريد)
2 يفكك السكروز (ثنائي سكريد)
3 يفكك اللاكتوز (ثنائي سكريد)
4 يكمل تفكيك البروتينات(*) (ثنائيات الببتيدات)
النواتج
1 الغلوكوز (او الدكستروز) (احادي سكريد)
2 الغلوكوز والفراكتوز (احادي سكريد)
3 الغلوكوز والغالاكتوز (احادي سكريد)
4 الحموض الامينية(*)

ملحوظات

1 لا ينتج الكثير من الدكسترين في هذه المرحلة، لأن الطعام لا يبقى طويلاً في الفم، ومعظم الكربوهيدرات تعبر دون تغيير

2 البروتينازات تفرز اولاً بشكل غير ناشط كي لا تعمد إلى هضم القنوات الهضمية (وهي مصنوعة من البروتينات كمعظم أعضاء الجسم) ولكنها ما إن تصبح في مكان تحميه الأغشية مخاطية(*) حتى تتحول إلى اشكال ناشطة حمض الهيدروكلوريك يحول الببسينوجين إلى ببسين، ويحول الأنتروكيناز التريبسينوجين إلى تريبسين، يقوم التريبسين بدوره بتحويل الكيموتريبسينوجين والبروكربوكسي ببتيداز إلى كيموتريبسين وكربوكسي ببتيداز على التوالي

3 إن دور الرينين وحمض الهيدروكلوريك في تخثير الحليب مهم جداً، ذلك أن الحليب السائل يمكن أن يمر بسرعة في الجهاز الهضمي دون أن يهضم

(*) الانزيمات 103 الحموض الامينية 100 الدهون 100 الغدد المعدية، الغدد المعوية 98 الغدد اللعابية 98 المرارة 98

المصطلحات المستخدمة

متعددات السكريد polysaccharides أكثر **الكربوهيدرات**(*) تعقيداً. فكل عبارة عن ذلك أن المتعددة الواحدة تتكون من سلسلة من جزيئات **أحاديات السكريد** ومعظم الكربوهيدرات التي يستقبلها الجسم هي من متعددات السكريد **كالنشاء** (وهو متعدد السكريد الرئيسي في الأغذية النباتية) **والغليكوجين** (أساسي في المادة الحيوانية) ولمزيد من المعلومات عن هاتين المادتين انظر ص 101

ثنائيات السكريد disaccharides مركبات من جزيئتي **أحادي سكريد**. تشكل مراحل وسطية في تفكك **متعددات السكريد**. أو أنها تدخل الجسم كما هي (**كالسكروز واللاكتوز**) يوجد السكروز في نبات الشمندر السكري وقصب السكر ويوجد اللاكتوز في الحليب

أحاديات السكريد monosaccharides أكثر **الكربوهيدرات**(*) بساطة، تنتج كلها تقريباً من تفكك **متعددات السكريد**، رغم إمكانية تلقي **الفراكتوز** كما هو (يوجد في عصير الفواكه). فضلاً عن أنه ينتج من تفكك **السكروز** ويشكل **الغلوكوز** الناتج النهائي لتفكك كل الكربوهيدرات (وحتى الفراكتوز **والغالاكتوز** يتحولان إلى غلوكوز في الكبد)

متعددات الببتيد polypeptides هي الشكل المعقد الذي توجد به **البروتينات** حين تدخل إلى الجسم وكل منها عبارة عن سلسلة من مئات (أو ألوف) من **جزيئات الحموض الأمينية**(*) (انظر **البروتينات**، ص 100)

ثنائيات الببتيد dipeptides سلاسل مكونة من جزيئتين من **حمض أميني**(*) تشكل مراحل وسطية في تفكك **متعددات الببتيد**

الفيتامينات وفوائدها

الفيتامين A (ريتينول retinol)
المصادر الكبد، الكليتان، زيوت كبد السمك، مشتقات الحليب، السمن النباتي. **خضاب**(*) (**الكاروتين carotene**) في الثمار الحمراء والصفراء والخضار وخصوصاً البندورة والجزر (يتحول الكاروتين إلى فيتامين A في الأمعاء)
الفوائد يحفظ الصحة العامة للخلايا **الظهارية**(*) (الخلايا البطانية)، ويدعم نمو العظام والأسنان وهو ضروري للرؤية في ضوء معتم. يشترك في تشكيل **خضاب**(*) الحساسية الضوئية **الرودوبسين rhodopsin** الموجود في **عصيات الشبكية**(*) يساعد في مقاومة العدوى

مجموعة فيتامينات B
مجموعة من 10 فيتامينات على الأقل توجد عادة معاً، وتضم **ثيامين** (أو أنيورين) (B_1) **ريبوفلافين** (B_2)، **نياسين** (أو **حمض النيكوتين** أو النيكوتين ـ أميد) (B_3)، **حمض البانتوثنيك** (B_5)، **بيريدوكسين** (B_6)، **سيانوكوبالامين** (أو **كوبالامين**) (B_{12})، **حمض الفوليك** (Bc أو M)، **بيوتين** (ويسمى أحياناً **فيتامين H**)، **ليسيثين**
المصادر توجد جميعها في الخميرة والكبد وباستثناء B_{12} توجد في الحبوب الكاملة والخبز ولباب القمح، وفي الخضار الخضراء (كالفول) (ولكن B_{12} لا يوجد في أي محصول خضري) ويوجد B_2 و B_{12} خصوصاً في مشتقات الحليب كما يوجد معظم الفيتامينات B في البيض والمكسّرات والأسماك والكلى والبطاطا وتنشىء بكتيريا الأمعاء الفيتامينات. B_6 **وحمض الفوليك والبيوتين**
الفوائد يُحتاج معظمها لنمو الأنسجة وحفظ صحتها، كالعضلات (B_1,B_6)، والأعصاب (B_{12}, B_6, B_3, B_1)، والجلد (B_{12}, B_6, B_5, B_3, B_2)، والشعر (B_2, B_5)، كما تساعد بعضها العمل المتواصل لأعضاء الجسم (B_5، ليسيثين، B_6) ومعظمها (B_{12}, B_6, B_5, B_3, B_2 B_1) **أنزيمات مساعدة**(*) ضرورية لتفكيك الغذاء تحصيلاً للطاقة (**التنفس الداخلي**)(*) وكثير منها (خصوصاً B_2 و B_6 و B_{12}) أنزيمات مساعدة لبناء المواد (**كالبروتينات**)(*) لأغراض النمو أو التنظيم أو الدفاع أما B_{12} وحمض الفوليك فحيويان لتشكيل خلايا الدم، في حين أن B_5 و B_6 حيويان لصنع مواد الأعصاب الكيميائية (**المواد العصبية الناقلة**)(*)

الفيتامين C (حمض الأسكوربيك ascorbic acid)
المصادر الخضروات الخضراء، البطاطا، البندورة، الحمضيات كالبرتقال والغريب فروت والليمون
الفوائد يحتاج الفيتامين C لنمو الأنسجة وحفظ صحتها وخصوصاً الجلد والأوعية الدموية والعظام واللثة والأسنان كما يضطلع بدور **أنزيم مساعد**(*) في العديد التفاعلات الاستقلابية وخصوصاً في تفكيك **البروتينات**(*) وبناء بروتينات جديدة من **الحموض الأمينية**(*) (خصوصاً **الكولاجين** ـ انظر **النسيج الضام**، ص 52) كما يساعد في مقاومة العدوى وإلتئام الجراح

الفيتامين D (كلسفيرول calciferol)
المصادر الكبد، زيوت كبد السمك، الأسماك الدهنة، مشتقات الحليب، مح البيض، السمون النباتية، مادة خاصة (هي البروفيتامين D_3) في خلايا الجلد، تتحول إلى فيتامين D ما إن تتعرض إلى أشعة الشمس)
الفوائد ضروري لامتصاص الكلسيوم والفوسفور وترسيبها في العظام والأسنان كما يمكنه العمل بالاشتراك مع **هرمون PTH**(*)

الفيتامين E (توكوفرول tocopherol)
المصادر اللحم، مح البيض، الخضار ذات الأوراق الخضراء، البقولات، مشتقات الحليب، السمون النباتية، الحبوب، الخبز الأسمر، لباب القمح، البذور، زيوت البذور والخضار
الفوائد لا تعرف تماماً بعد. يُعتقد أن له دوراً في تشكيل **الدنا**(*) **DNA** **والرنا**(*) **RNA** وخلايا الدم الحمراء، وكذلك في الحث على الخصوبة وتفكيك الغذاء في الخلايا العضلية

الفيتامين K (الفيلوكينون phylloquinone أو الميناكينون menaquinone)
المصادر الكبد، الثمار، البقولات، الحبوب، البندورة، الخضار الخضراء وخصوصاً الملفوف والسبانخ كما تصنعه باكتيريا الأمعاء
الفوائد ضروري جداً لتشكُّل **البروثرومبين**(*) في الكبد (يلزم لتخثر الدم)

(*) البروثرومبين 59 التنفس الداخلي 104· الخضاب 27 الدنا 96 الرنا 96 · الشبكية 86· الظهارة 82 الأنزيمات المساعدة 103

تصنيف الكائنات الحية

التصنيف classification أو **taxonomy** هو تجميع الكائنات الحية ضمن مجموعات بناء على مميزاتها المشتركة. والنمط الرسمي الرئيسي في التصنيف (**التصنيف التقليدي classical taxonomy**) يرتكز على بناء المجموعات وفقاً للصفات النسبوية (انظر ص 114) وتدرج مخططات التصنيف الناتجة عن ذلك أولا المجموعات الكبرى (**العوالم kingdoms**)، ومن ثم تورد المجموعات والأقسام الأصغر الموجودة ضمن هذه المجموعات.

والمجموعات الأولى التي تلي العوالم هي **الغُويلمات sub-kingdoms**. **فالشعب phyla** عند الحيوانات **والأقسام divisions** عند النباتات (مع أن بعض مخططات تصنيف النباتات لا تتضمن الغويلمات) ومن ثم تأتي **الصفوف classes** **والرتب orders** **والفصائل families** **والأجناس genera** وأخيراً (**النوع species**).
وهي الزمرة التصنيفية الصغرى. وقد لا تشمل بعض الشعب أو الأقسام (خصوصاً ذات الأعضاء القليلة) الزمر التصنيفية التي دونها (إذ قد تكون الزمرة التالية بعد الشعبة رتبة أو فصيلة أو جنساً أو حتى نوعاً)، كما يوجد بعض الحالات مجموعات وسيطة مثل **الصفيف sub-class** **والشعيبة sub-phyla**. تصنف المخططات التالية (ص 110-113) حتى حدود الصفوف فحسب في معظم الحالات، وقد تورد تحت صفوف **وصفوف دنيا infraclasses**، كما في حالة **الثدييات**.

وتجدر الملاحظة أن بعض مواقع تصنيف النبات والحيوان ما تزال مثاراً للخلاف. فتصنيف النبات مثلاً يتباين بشدة بوجه خاص حتى أن بعض علماء التصنيف قد يعتبرون مثلاً بعض المجموعات (مجموعتين أو ثلاث) عوالم مستقلة تماماً، لا تنتمي إلى النبات مطلقاً والملحوظات الملحقة بمخططي التصنيف النباتي (ص 110-111) وكذلك مخطط التصنيف الحيواني (ص 112-113) تغطي بعض الاختلافات المشار إليها

عالم النبات

المخطط الأول

غُويلم sub-kingdom المشريّات thallophyta لا جذور أو جذوع أو أوراق، كما لا يوجد جنين(*)

قسم division النباتات المنشطرة Schizophyta
بكتيريا bacteria عضوية مؤلفة من خلية واحدة يمكن العثور عليها أينما كان بأعداد كبيرة. بعضها **مسبب للأمراض pathogenic**، وبعضها الآخر نافع مفيد يحلل العضويات المائتة مثلاً

قسم الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta أو **Myxomycota** فطريات دقيقة، وهي عضويات بسيطة جداً ليس فيها **جدران خلوية**(*) **ولا يخضور**(*) (كلوروفيل) تعيش على النبات المتعفن والحيوان الميت **تتكاثر بالأبواغ**(*)

قسم النباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta.
فطريات fungi حقيقية، قد تكون وحيدة الخلية أو مكونة من خيوط متداخلة تسمى **الخيوط الفطرية hyphae**. تشكل **المشيجة الفطرية mycelium** التي تنبت على مواد ميتة يتغذى بها الفطر ولها **جدران خلوية**(*)، ولكنها لا تحتوي على **يخضور**(*) تستخدم في بعض العمليات الصناعية (مثل تخمير الجعة) وبعضها يشكل مضادات حيوية مهمة **كالبنيسيليوم penicillium** **تتكاثر بالأبواغ**(*) (كالفطر الأبيض).

كل الأقسام الباقية في هذا الغويلم هي أنواع من الطحالب algae وهي نباتات بسيطة تعيش في المياه المالحة أو العذبة أو في المستنقعات وتحتوي جميعاً على **اليخضور**(*) (انظر الملحوظة 2). وللكبيرة منها (طحالب البحر) جسم نباتي أشبه بالشريط يسمى **المشرة thallus**

قسم الطحالب الزرقاء cyanophyta طحالب خضراء إلى زرقاء، بدائية وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا ذات **جدران خلوية**(*). فيها **خضاب**(*) أخضر مزرق يسمى **فيكوسيانين phycocyanin** ويوجد في الينابيع الساخنة والمياه القطبية على حد سواء

قسم الطحالب اليوغلية Euglenophyta طحالب وحيدة الخلية، بلا **جدران خلوية**(*) لها **سياط**(*)، وتوجد في المياه العذبة

قسم الطحالب الذهبية chrysophyta طحالب وحيدة الخلية لها **جدران خلوية**(*) شديدة التنوع توجد في الماء المالح والعذب والأماكن الرطبة

قسم الطحالب السمراء Pyrrophyta طحالب نارية وحيدة الخلية، **جدران خلوية**(*)، **ولها سياط**(*)

قسم الطحالب العصوية Bacillariophyta مشطورات diatoms وحيدة الخلية ذات دروع سيليسية وهي نباتات مائية (عذبة ومالحة) **مستعمرة**(*). (أي تعيش مع بعضها في جماعات)

قسم الطحالب الصفراء Xanthophyta طحالب خضراء مصفرة، معظمها وحيد الخلية وذو **جدران خلوية**(*) **وخضاب**(*) (**اليصفور xanthophyll**) توجد في المياه المالحة أو العذبة وفي الأماكن الرطبة

قسم الطحالب الحمراء Rhodophyta طحالب متعددة الخلايا ذات **جدران خلوية**(*) **وخضاب**(*) (اليحمور واليزروق). تعيش بشكل رئيسي في المياه المالحة

قسم الطحالب البنية pheeophyta طحالب متعددة الخلايا وجميعها لها **جدران خلوية**. تتضمن كل أنواع أعشاب البحر الشائعة، لونها بني يميل إلى الأخضر الزيتوني. وكل طحلب يتمتع برباط أسطواني الشكل يسمى **المثبت holdfast** يثبتها إلى سطح ما

قسم الطحالب الخضراء Chlorophyta المجموعة الكبرى بين الطحالب، فيها أنواع وحيدة الخلية وأخرى متعددة الخلايا، وجميعها تمتاز **بجدران خلوية**(*) ويعيش معظمها في المياه العذبة مع أن بعضها ينبت في مياه مالحة أو في الأماكن الرطبة كجذوع الأشجار والتربة. توجد هذه الطحالب بأعداد كبيرة (أما وحيدات الخلية فغالباً ما تكون مستعمرة ـ انظر **الطحالب العصوية**)

غُويلم الجنينيّات Embryophyta جميعها لها **جدران خلوية**(*) **ويخضور**(*) وجذور وجذوع وأوراق، وأيضاً طبقة دفاعية مميزة حول النبتة النامية (**أي الجنين**)(*)

قسم الحزازيات Bryophyta يتميز بنوع من الجذور والجذوع والأوراق ولكن لا وجود **للنسيج الوعائي**(*) ولمعظمها نبتة قصيرة أشبه بالجذع تسمى **الهلبة seta** تحمل الأوراق الصغيرة المكبسة أو العريضة. ولها جذور خيطية الشكل تسمى **أشباه الجذور Rhizoids** تتعلق بأي سطح عوضاً عن أن تخترق الأرض. وهي نباتات تعيش في اليابسة ولكنها تنتشر انتشاراً واسعاً في الأماكن المستنقعية والرطبة. وثمة 3 صفوف

(*) الأبواغ 92 (التبوّغ)، الجدار الخلوي 10 الجنين 93 الخضاب 27 السوط 40 النسيج الوعائي 14، اليخضور 27

الصفوف
المزقنطيات Hepaticae الكبديات liverworts
الحزازيات Musci المرار mosses
قرنيات التزهر Anthocerotae الكبديات القرنية horn-worts
القسم النباتات الوعائية Tracheophyta لها جذور وجذوع وأوراق وانسجة وعائية(*)
القُسيم اللازهريات الوعائية (السرخسيات) Pteridophyta لا أزهار أو بذور فيه أربعة صفوف
الصفوف
الجزداوات Psilotales نباتات بدائية قريبة من السرخس
ارجل الذئب Lycopodiales المرار المتسلق نبات دائم الاخضرار(*) evergreen زاحف قريب من السرخس، وعمره يرجع إلى ما قبل التاريخ
اذناب الخيل Equisetales قريبة من السرخس ولكن باستطاعتها العيش في أماكن أقل رطوبة وظلا
السرخسيات Filicales. ومنها السرخس يعيش في الأماكن الرطبة الظليلة لها سعف fronds - بنى ريشية ثنائية(*) (تتحد فيها الأوراق والسُويقات) تحمل الأبواغ(*)
القُسيم النباتات البطلية Spermatophyta ذات بذور فيه صفان

الصف
عاريات البذور Gymnospermae نباتات بذورها غير مُضمّنة في ثمار، وليس لها أزهار
الصُفيفات
السيكاسيات cycadales السيكاس نبات بدائي يشبه النخيل
المخروطيات Coniferales كالشوح fir
نباتات دائمة الاخضرار(*) لمعظمها أوراق إبرية، وكلها لها أجسام تكاثرية تسمى المخاريط تنمو على الحراشف الخارجية للمخروط الأنثوي (لا ازهار). ويوجد غبار الطلع(*) على حراشف المخروط الذكري
الجنكيات Ginkogoales يوجد نوع واحد هو الجنكة (كزبرة البئر maiden hair)
الزُجْزُجيات gnetales تضم ثلاثة أجناس فقط كالعوسق welwitschia (من النباتات الصحراوية)
الصف
كاسيات البذور Angiospermae نباتات بذورها مضمنة في ثمرة، كما إن لها أزهاراً
الصفيفات
ذوات الفلقتين Dicotyledonae نباتات بذورها من فلقتين(*) كالورد مثلاً
ذوات الفلقة الواحدة Monocotyledonae نباتات بذورها من فلقة(*) واحدة كالزنبق

المخطط الثاني (التفاصيل في المخطط الأول)

المشريات Thallophytes مصطلح غير رسمي
القسم النباتات المنشطرة Schizophyta
القسم الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta
القسم النباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta
القسم الطحالب الزرقاء Cyanophyta
القسم الطحالب الذهبية Chrysophyta
القسم الطحالب اليؤبؤية Euglenophyta
القسم الطحالب السمراء Phrrophyta
القسم الطحالب العصوية Bacillariophyta
القسم الطحالب الصفراء Xanthophyta
القسم الطحالب الحمراء Rhodophyta
القسم الطحالب البُنية Phaeophyta
القسم الطحالب الخضراء Chlorophyta
الجنينيات Embryophytes مصطلح غير رسمي
القسم الحزازيات Bryophyta

الصفوف
المزقنطيات Hepaticae
الحزازيات Musci
قرنيات التزهر Anthocerotae

الوعائيات Tracheophytes مصطلح غير رسمي
اللازهريات الوعائية Pteridophytes مصطلح غير رسمي
القسم النباتات الجزداوات Psilophyta سابقاً صف Psilotales
القسم Lycophyta سابقاً صف Lycopodiales
القسم Sphenophyta سابقاً صف Equisetales
القسم Pterophyta سابقاً صف Filicales
النطفيات Spermotophytes مصطلح غير رسمي
عاريات البذور Gymnosperms مصطلح غير رسمي
القسم Cycadophyta سابقاً صفيف Cycadales
القسم Coniferophyta سابقاً صفيف Coniferales
القسم Ginkgophyta سابقاً صفيف Ginkogoales
القسم Gnetuphyta سابقاً صفيف Gnetales

كاسيات البذور Angiosperms
القسم Anthopyta سابقاً صف Angiospermae
الصف ذوات الفلقتين سابقاً صفيف Dicotyledonae.
الصف ذوات الفلقة الواحدة سابقاً صفيف Monocotyledonae

ملحوظات:

1 إن البكتيريا والطحالب الزرقاء - المخضرة (من قسمي النباتات المنشطرة والطحالب الزرقاء) لا تحتوي على نوى(*)، وهي بالتالي ليست نباتات أو حيوانات حقيقية ولهذا السبب فإن بعض التصنيفات يضعها في عالم منفصل (قبل عالمي النبات والحيوان) ويسمى عالم الفرانيات Kingdom Monera او طليعيات النوى Prokaryota)

2 بعض الطحالب وحيدة الخلية (وخصوصاً طحالب اقسام الطحالب اليؤبؤية والذهبية والسمراء) يتسم بخصائص النبات والحيوان معاً (أي يمكنها ان «تأكل» الطعام كما يمكنها أن تصنع غذاءها بالتخليق الضوئي(*). ولبعضها سياط(*) وبعضها الآخر تفتقر خلاياه إلى جدران خلوية)(*) ولهذا السبب تضع بعض التصنيفات هذه الطحالب في عالم منفصل أيضاً يسمى عالم الأوليات Kingdom Protista (يلي عالم الفرانيات Monera - الملحوظة 1 - ويسبق عالمي النبات والحيوان) ويمكن توسيع هذا العالم ليشمل الحيوانات الأوالي protozoa (انظر ص 112)

3 الفطريات المخاطية والفطريات (من قسمي الفطريات المخاطية النباتية Myxomycophyta والنباتات الفطرية الحقيقية Eumycophyta) يُشك في انتمائها إلى النبات (إذ تفتقر إلى اليخضور)(*) ولكنها ليست قريبة إلى الحيوان ولهذا فإن بعض التصنيفات تضعها في عالم الفطريات Kingdom Fungi (بعد عالمي الفرانيات والأواليات - انظر الملحوظتين 1 و 2 - وتسبق عالمي النبات والحيوان)

(*) اليخضور 30 التخليق الضوئي 28، ثنائيات الريش 22 الجدران الخلوي 10، دائمة الاخضرار 9، السياط 40، غبار الطلع 30

علم الحيوان

أنظر المدخل على الصفحة 110 هذا الجدول، شأنه شأن مخطط تصنيف النباتات، يدرج هذا المخطط الأعضاء بدءاً من الأبسط وانتهاءاً بالأعقد أما الصفات والميزات التي تبدأ بالظهور عند الحيوانات كلما تعقدت بنياتها فإنها تذكر في المخطط في أول مرة ترد فيها ومن هذه الصفات مثلاً وجود المعي الحقيقي، وجهاز الدوران، والجهاز العصبي، والجوف الجسمي الحقيقي. وبعض أنواع التشدُّف(*) **segmentations**. وكذلك بعض أنواع الهياكل ووجود الرئتين (أنظر أيضاً ص 36-37) وأما الصفات والميزات الأخرى المذكورة فتخص المجموعة التي يجرى تعريفها

في تصنيف الحيوانات فإن ثمة عدداً من الحيوانات البدائية نسبياً (وخصوصاً بعض الأنواع الخاصة من الديدان) التي ينتمي بعضها إلى بعض ضمن مجموعات صغيرة، لا يضمها هذا المخطط، بل يمكن العثور عليها في مخططات تصنيفية أكثر تفصيلاً (بوصفها شعبٌ صغرى **minor phyla**)

عُويلم الأواليات Protozoa
الشعبة الأواليات الشعبة الوحيدة التي تحمل اسم تحت العالم نفسه حيوانات وحيدة الخلية، غالباً مائية، مع أن كثيراً منها طفيلي(*) مثل الأميبا والبارامسيوم
الصفوف حاملات السِياط **Mastigophora**، اللحميّات **Sarcodina**، حاملات الأهداب **Ciliophora**، الحيوانات البوغيّة **Sporozoa**، البوغيات الدقيقة **Microspora**

عُويلم نظيرات الحيوان Parazoa
الشعبة الإسفنجيات أو المساميات ـ Porifera هي الشعبة الوحيدة الإسفنج كتلة حية غير متحركة مسامية، تحتوي على ملايين العضويات وحيدات الخلية (أنظر مستعمر **Colonial**، ص 114)
الصفوف الكلسيات **Calcarea**، الإسفنجيات الشائعة **Demospongiae** الإسفنجيات المتصلبة **Sclerospongiae**، سداسيات التشعُّع **Hexactinellida**

عويلم الحيوانات التوالي Metazoa هي بقية عالم الحيوان أي الحيوانات متعددة الخلايا **multicellular**
الشعبة معائيات الجوف Coelenterata حيوانات مائية ذات مجسّات(*). لها فتحة جسمية واحدة (لدخول المواد وخروجها) تتحرك بفعل عضلي مثالها الهيدرا وقنديل البحر

الصفوف الهيدريات **Hydrozoa**، القدحيات **Scyphozoa**، الزهريات **Anthozoa**
الشعبة حاملات الأمشاط Ctenophora حيوانات بحرية شبه رخوية شديدة الشبه بمعائيات الجوف، إلا أنها تتحرك بواسطة الأهداب(*)
الصفان المجسّيات **Tentaculata**، والعاريات **Nuda**
الشعبة الديدان المسطحة Platyhelminthes ديدان مسطحة ذات فم وجهاز إفراغ بدائي مثالها الديدان الشريطية

الصفوف المهتزّات **Turbellaria**، أشباه الشريطيات **Cestoidea**، وحيدات النسل **Monogenoidea**، ثنائيات الأنسال **Digenoidea**، ترسيات البطن **Aspidocotylea**
الشعبة جوفيات الخرطوم Rhynchocoela أو **النيمرتيات Nemertea** ديدان بحرية ذات معى حقيقي (ممتد من الفم إلى الشرج)(*) وجهاز دوراني بدائي وعضو للامتصاص (خرطوم، خطم) ذي طرف معقوف كالكلابة

الصفان اللامسلّحات **Anopla**، المسلّحات **Enopla**
الشعبة الديدان الزُقيّة Aschelminthes حيوانات مائية شبيهة بالديدان، غالباً طفيلية(*) مثالها الديدان الخيطية والديدان المستديرة والديدان الخطامية

الصفوف الخيطيات **Nematoda**، الدوّارات **Rotifera** بطنيّات الأهداب **Gastrotricha**، متحرّكات الخرطوم **Kinorhyncha**، القضيبيّات **Priapulida**، خيطيّات الشكل **Nematomorpha**
الشعبة الحلقيّات Annelida أو Annulata الديدان الأكثر تطوّراً، ذات أجسام أنبوبية مُشدّفة تحتوي على تجويف جسمي وجهازين عصبي ودوراني ولهذه الديدان هلب(*) **chaetae** لإمساك الرمل أو التربة
الصفوف المحزّيات **Aclitellata** والسُّرْجيّات **clitellata**
الشعبة الرخويات Mollusca. حيوانات لها جسم طري وقوقعة كلسية ورأس وقدم، للزحف أو الحفر معظمها مائي
الصفوف ثلاثة ثانوية زورقيات الأرجل **Scaphopoda**، أحاديات الصفيحة **Monoplacophora**، مزدوجات العصب **Amphineura** وثلاثة رئيسية بطنيات الأرجل **Gastropoda** أحاديات المصراع **univalves**، أي لها قوقعة مكوّنة من قطعة واحدة فقط، كالبزّاق صفيحيات الخياشيم **Lamellibranchiata** أو ذوات المصراعين **Bivalvia** أو **Pelecypoda** قوقعتها تتألف من قطعتين متمفصلتين (رأسيّات الأرجل **Cephalopoda** أو **Siphonopoda**. رخويّات ذات مجسّات(*) وعيون متطورة جداً (الأخطبوط)
الشعبة مفصليات الأرجل Arthropoda حيوانات متعددة الأطراف ذات هيكل خارجي صلب
شُعيبة ملقطيات القرون Chelicerata من مميزاتها المشتركة أقسام فموية تشبه الكُلّابات
الصفوف صفان ثانويان هما فخذيات الفم **Merostomata** (السرطان الملك) عناكب البحر **Pycnogonida** وثمة صف واحد أكثر أهمية هو العنكبوتيات **Arachnida** حيوانات ذات 8 أرجل كالعناكب والقمل والعقارب
شُعيبة القشريات Crustacea تضم صفاً واحداً بالاسم نفسه
الصف القشريات Crustacea غالباً حيوانات مائية لها خياشيم(*) في أرجلها، وزوجا قرون استشعار(*)
شُعيبة شبيهات الديدان Uniramia لها زوج قرون استشعار واحد، تعيش غالباً على اليابسة
الصفوف ثلاثة ثانوية هي حاملات المخالب **Onychophora**، المترافقات **Symphyla**، قليلات الأرجل **Pauropoda** وثمة ثلاثة صفوف أكثر أهمية هي
شفهيّات الأرجل **Chilopoda** مئويّات الأرجل في كل شدفة من جسمها زوج أرجل أكلة لحوم(*)
ثنائيات الأرجل **Diplopoda** كثيرات الأرجل في كل شدفة من جسمها زوجا أرجل أكلة أعشاب(*)
الحشرات **Insecta** أو سداسيات الأرجل **Hexapoda** حيوانات لها ست أرجل وعادة ذات جناحين مثل النمل والعث

(*) أكلات اللحوم 6 أكلات الأعشاب 6 التشدُّف 36 الخياشيم 45 الشرج 67 الطفيليات 114 قرون استشعار ●● الهلب 40

الشعبة شوكيات الجلد Echinodermata حيوانات بحرية جميعها ذات هيكل كلسي يقع مباشرة تحت الجلد وهي عادة ذات تشكيلات شعاعية خماسية وجلد شوكي

الصفوف النجميّات Asteroidea، نجوم البحر الثعبانية **Ophiuroidea**، القنفذيات البحرية **Echinoidea**، قثائيات البحر **Holothuroidea**، اشباه الزنابق **Crinoidea**

الشعبة الحبليات Chordata لها جميعاً في وقت ما من حياتها حبلاً ظهرياً **notochord** ـ أي «قضيب» صلب من خلايا يمتد بين النخاع الشوكي والمعى

الشعيبات اثنتان ثانويتان **حبليات الذنب Urochordata**، **الحبليات الراسية Cephalochordata**، وثالثة اكثر أهمية

الجمجميّات Craniata أو **Vertebrata** يحل محل الحبل الظهري (انظر الحبليات) الصُلب (انظر الملحوظة رقم 7) لها دماغ متطور

الصفوف صفان ثانويان من أسماك لافكية **الموريّات Myxini**، **مصفحات الراس Cephalaspidomorphi** وثمة 6 صفوف أكثر أهمية

صفيحيات الخياشيم Elasmobranchimorphi أسماك ذات هيكل غضروفي(*)، ولها زعانف وتتنفس خيشومياً(*)، كأسماك القرش

العظميات Osteichthyes أسماك ذات هيكل عظمي، ولها زعانف وحراشف وتتنفس خيشومياً(*)، مثل الحفش والرُّنكة

البرمائيات Amphibia أو **Batrachia** حيوانات تستطيع العيش على اليابسة ولكن بقرب الماء. لمعظمها رئات وتضع بيوضها في الماء كالضفادع والعلاجيم

الزواحف Reptilia حيوانات أجسامها جافة وحرشفية، تعيش على اليابسة وتضع بيوضاً قشرية كالثعابين والعظايات والتماسيح والسلاحف

الطيور Aves جميعها ذات ريش وتضع بيوضاً قشرية

الثدييات Mammalia جميع الإناث تنتج الحليب جميعها تقريباً لها شعر أو فراء، وتنقسم إلى صُفَيْفين

الصفيفان البهيميّات الأولية Prototheria تضع بيوضاً قشرية تضم رتبة واحدة ـ احاديات المسلك **Monotremata** كآكل النمل الشوكي

البهيميّات Theria لا تضع بيوضاً يضم صفيفين **Infraclasses** خاصين يسبقان الرُتَب

الصفيفين البهيميّات التوالي Metatheria، أو الجرابيات **Marsupalia** أو **ثنائيات الرحم Didelphia** تنمو الذرية في الرحم(*) لوقت قصير فحسب، ثم تكمل نموها وتطورها في جراب جلدي **marsupium** يقع بالقرب من الثدي (غدة الحليب) مثال الكنغارو

البهائم الحقيقية Eutheria أو **السُخْديّات Placentalia** (**الثدييات المشيمية**) تنمو الذرية في الرحم(*) إلى حين ولادتها، متصلة بمشيمة(*) متطورة، كالأبقار والحيتان والفئران والإنسان

ملحوظات

1 في بعض مخططات التصنيف يضم صف **اللحميات** التابع لشعبة **الأواليات** صفيفان هما **جذريات الأرجل Rhizopoda** وشعاعيات الأرجل **Actinopoda** وفي غيرها يلغى هذان الصفيفان فتنسب أعضاؤهما إلى صف اللحميات، وفي هذه الحالة يكون للصف الاسم البديل **جذريات الارجل**

2 بعض المخططات تضع عُوَيْلماً آخر يسمى **الحيوانات البينيّة Mezozoa** بين العُوَيْلمين **تظيرات الحيوان والحيوانات التوالي** يضم هذا العُوَيْلم شعبة واحدة فقط تحمل الاسم نفسه (البينيّات) وتحتوي على **الطفيليات**(*) المغمورة بيد أن تصنيفه عويلماً أو حتى شعبة يلقى شكوكاً كثيرة

3 بعض المخططات تضع صفّي **وحيدات النسل وثنائيات النسل**، التابعين لشعبة **الديدان المسطحة**، في صف واحد، **صف المثقبّات Trematoda**

4 تعتبر بعض المخططات صف **حاملات المخالب**، المنضوي تحت شعبة **مفصليات الارجل**، شعبة مستقلة استناداً إلى ان اعضاءه تظهر خصائص مشتركة لدى شعبتي **مفصليّات الارجل والحلقيّات Annelida**

5 في بعض المخططات لا تضم شعبة **مفصليات الأرجل** أي شعيبة بل تضم عشرة صفوف فحسب وفي مخططات أخرى لا تضم هذه الشعبة ايضاً أي شعيبة بل سبعة صفوف فقط ذلك أن صفوف **قليلات الارجل والمترافقات وشفويّات الارجل وثنائيات الارجل** تجمع كلها في صف واحد، **كثيرات الأرجل Myriapoda** وفي معظم الحالات يعتبر مصطلح **كثيرات الارجل** غير رسمي

6 تسمى احياناً شعبتا **حبليات الذنب والحبليات الراسية** التابعتين لشعبة **الحبليات**، **الحبليات الأولية protochordata**، علماً أن هذا الاسم غير رسمي وفي بعض الاحيان يشمل الاسم أيضاً الشعبة الصغيرة **انصاف الحبليات Hemichordata** لأن أعضاءها تظهر سمات مميِّزة للحبليات

7 إن مصطلح **جمجمي craniate** تعني «ذو أو ذات الجمجمة»، وهو ينطبق على كل اعضاء شعيبة **الجمجميات** اما الاسم البديل لهذه الشعيبة وهو **الفقاريات** فيعني الحيوانات «ذات العمود الفقري» وهذا ليس صحيحاً بالكامل، ذلك أن صف **الموريات** ـ وهو الصف الأشد بدائية ـ لا يتمتع بأي عمود فقري

8 إن **اللافقاريات** هي جميع الحيوانات التي ليس لها عمود فقري، أي كل يسبق شعيبة **الجمجميات** في هذا المخطط (ولكن أنظر الملحوظة 7)

9 إن صفي **الموريّات ومصفحات الراس**، وهما الصفان اللافكيّان الوحيدان في شعيبة **الجمجميات**، يعرفان أحياناً باسم مشترك هو **اللافكيّات Agnatha**، فيما تعرف الصفوف الباقية ذات الفك باسم **الفكيّات Gnathostomata** إلا أن هذين المصطلحين غير رسميين.

10 إن صفوف **الموريات ومصفحات الراس وصفيحيات الخياشيم والعظميات (الأسماك العظمية)** التابعة كلها لشعيبة **الجمجميات** تعرف أحياناً باسم مشترك، **الأسماك Pisces**، وهو غير رسمي

11 تقسّم شعيبة **الجمجميات** أحياناً إلى مجموعتين غير رسميتين هما **الأمنيوسات Anamniota** (تضم **الزواحف والطيور والثدييات**)، **واللاامنيوسات** (تضم كل الصفوف الأخرى) أما الأمنيوسات فهي تلك الحيوانات التي تتمتع اجنّتها(*) **بالامنيوس amnion والسَّلى chorion والوشيقة allantoise**

(*) الجنين 63 الخياشيم 45 الرحم 69 الطفيليات 114 الغضروف 53 المشيمة (السخد) 91

مصطلحات غير رسمية

ندرج فيما يلي المصطلحات الرئيسية التي تستخدم لجمع الكائنات الحية بعضها مع بعض وفقاً لأنماط حياتها العامة وأساليبها (أي تشابهاتها البيئية، انظر أيضاً ص 9) وهي مصطلحات عامة غير رسمية إذا ما قورنت بالمصطلحات الرسمية المستخدمة في مخططات التصنيف (ص 110-113) التي ترتكز إلى التشابهات البنيوية بين الكائنات

النبـــاتات

- **النباتات الجفافية (الصحراوية xerophytes)** تلك التي بإمكانها العيش فترة طويلة دون ماء، مثل الصباريات
- **النباتات المائية hydrophytes** تلك التي تنمو إما في الماء أو في أماكن رطبة جداً، مثل القصب
- **نباتات الرطوبة المعتدلة mesophytes** تلك التي لا تتطلب إلا رطوبة معتدلة
- **النباتات الملحية halophytes** تلك التي تتحمل درجة مرتفعة من الملوحة
- **النباتات الصخرية lithophytes** تلك التي تنمو في الصخور كبعض الحزازيات
- **النباتات الهوائية epiphytes** تلك التي تنمو على نباتات أخرى ولكن لتستخدمها كدعامات فقط فلا تغتذي عليها، مثل بعض أنواع الحزاز
- **النباتات الرِّمِّيَّة saprophytes** تلك التي تعيش على النباتات المهترئة أو الحيوانات فتغتذي عليها، ولكنها لا تشكل سبب فسادها، مثل بعض أنواع الفطر

الحيــوانـــات

- **الحيوانات المفترسة predators** تلك التي تقتل الحيوانات الأخرى وتأكلها كالأسود مثلاً أما الطيور المفترسة فتسمى **الجوارح raptors**
- **أكلات الحتات detritus feeders** حيوانات تقتات على الحتات أي مواد حيوانية ونباتية مهترئة ومتحللة، مثل الديدان
- **القمّامة scavengers** حيوانات كثيرة من أكلات الحتات تقتات على لحوم ميتة (مواد حيوانية)
- **الحيوانات الإقليمية territorial** حيوانات تعيش في منطقة أو إقليم وتدافع عنه إما فرادى أو مجموعات (العديد من أنواع السمك والطيور والثدييات) ويرتبط هذا النمط من العيش عادة بالتزاوج والتكاثر
- **الغوريات abyssal** تعيش في أعماق سحيقة في البحيرات والبحار والمحيطات مثل السمك المجداف
- **القعريات demersal** تعيش في قعر البحيرات أو البحار أو المحيطات، مثل القريديس (الأربيان)
- **المقيمة sedentary** في حالة الطيور يستخدم هذا المصطلح لوصف الطيور التي لا تهاجر(*)، مماثل لمصطلح **المستقرة sessile** أو اللاطئة، عند حيوانات أخرى
- **الليليات nocturnal** حيوانات تنشط ليلاً وتخلد إلى النوم نهاراً، كالخفافيش والبوم

نباتات وحيوانات

- **الحاشرات insectivores** عضويات متخصصة بأكل الحشرات فقط، كالنباتات الإبريقية pitcher plants التي تصيد الحشرات وتهضمها، والقنافذ
- **الطفيليات parasites** نباتات أو حيوانات تعيش على نباتات أو حيوانات أخرى (**المضيفة**) وتتغذى عليها، ليست كلها ضارة بالمضيف

- **المتعايشان أو المتكافلان symbionts أو symbiotes** زوج كائنات حية يتعايشان عن قرب شديد ويتشاركان في منفعة واحدة متبادلة (**العيش التكافلي symbiosis**) فالأشنات **lichens** مثلاً تنبت على صخور عارية، وكل أشنة هي في الحقيقة نبتتان (فطر وطحلب) فالطحلب ينتج غذاءه (بواسطة **التخليق الضوئي(*)**) فيتغذى عليه أيضاً الفطر (الذي لن يستطيع بأي حال العيش في صخرة عارية) أما دور الفطر المكمل فيكمن في أن خيوطه الدقيقة تحفظ الرطوبة وتؤمنها للطحلب الذي هو بحاجة إليها.
- **المؤاكلان commensals** زوج كائنات حية متقاربان يجنيان منفعة مشتركة من وجودهما المتقارب (**المؤاكلة commensalism**) وهما يتقاسمان الغذاء (يؤاكلان) إلا أنهما غير متعايشين بالكامل ولعل وجود وكر الفئران حيث يسكن الإنسان أوضح مثل على المؤاكلة
- **الاجتماعي أو المستعمر social or colonial** العيش في مجموعات، وكلا المصطلحين مترادف في حالة النباتات ويستدل بهما على نموها في عناقيد أما في حالة الحيوانات فيوجد اختلاف بين المصطلحين تبعاً للعدد فالأسود مثلاً اجتماعية في عيشها، بيد أن أعداد مجموعاتها ليست كافية لتسمى مستعمرات وثمة فرق كبير بين مستعمرة وأخرى من حيث العلاقة بين أعضائها ففي مستعمرة الأطيش (طائر آكل للسمك) يكون توافق الأعضاء بعضها على بعض متدن وهي تعيش معاً توخياً للأمن وفي مستعمرة النمل مثلاً هناك عمل مخصص لكل مجموعة من المجموعات في داخلها (كمهمة حراسة المستعمرة أو مهمة جمع الغذاء وتخزينه) أما أعلى مستوى من التوافق فتظهره العضويات أحادية الخلية التي لا تنفصل عن بعضها وتشكل كتلة حية واحدة، مثل الإسفنج
- **اللاطئة sessile** في حالة الحيوان، اللاطئة، تلك التي ليست حرة الحركة في مكانها، أي أنها تبقى لاصقة بالأرض أو بأشياء صلبة كشقائق البحر sea anemons مثلاً، أما في حالة النبات فهي كلمة لوصف النباتات التي لا تتمتع بسويقات كالطحالب
- **البحري - المحيطي pelagic** يعيش في وسط البحيرات أو البحار أو المحيطات، بالمقارنة مع تلك التي تعيش في الأعماق البعيدة والكائنات البحرية أو المحيطية تتراوح بين الأحياء الصغيرة وبين الحيتان الكبيرة مروراً بالأسماك وأسماك القرش
- **العوالق plankton** حيوانات ونباتات مائية طافية خاملة أو قليلة الحركة وتعتبر غذاء للعديد من الأسماك والحيتان، كما تعتبر حيوية في التوازن البيئي (**السلسلة الغذائية(*)**) للبحار وهناك **عوالق نباتية Phytoplankton** و**عوالق حيوانية Zooplankton**
- **الشاطئية littoral** تعيش في قعر البحر أو البحيرة ولكن بالقرب من الشاطىء كالسرطان وأعشاب البحر
- **القاعيات benthos** كل الغوريات والقعريات والشاطئيات من حيوانات ونباتات، أي التي تعيش جميعاً إما في قعر البحيرات والبحار أو بالقرب منه

(*) التخليق الضوئي 26 السلسلة الغذائية 6، الهجرة 9

مسرد المصطلحات

English	العربية
Abdomen 36, 66	بطن
Abdomasum 43	منفحة
Abscission layer 21	طبقة انفصال
Abyssal 114	غوري
Accommodation 84	تكيف
Acellular 10	لا خلوي
Achene 34	بهمة
Aclitellata 112	المحريات
Actinomorphy 36	تناظر شعاعي
Actinopoda 113	شعاعيات الأرجل
Adaptat.on	تكيف
Adaptive radiation 9	إشعاع تكيفي
Adenosine 100	أدينوزين
ADH 106	هرمون
Adipose tissue 82	نسيج دهني
Adrenal glands 69, 107	غدد كظرية
Adrenalin 106	ادرينالين
Aestivation 9	تصيُّف
Afferent 78	وارد
Agglutinins 59	اغلوتينين
Agnatha 113	عديمات الفك
Agonist 54	عضلة محركة اول
Albumen 46	المادة البيضاء
Aldosterone 106	الدوستيرون
Algae 110	طحالب
Allantois 46	وشيقة
Alleles	صبويات
Alternation of generations 93	تناوب النشوء او الاجيال
Alveoli 71	سنوخ
Amino acids 100, 108, 109	حموض امينية
Amnion 48, 91	امنيوس
Amoeba 40	الأميبا
Amphineura 112	مزدوجات العصب
Ampulla 87	حبابة
Amylases 108	اميلاز (ات)
Anabolism 102	تمثيل
Anadromous 8	صفّاد
Anal canal 66, 67	قناة شرجية
Anamniota 113	اللاامنيوسات
Androecium 29	مذكر
Androgens 88, 106, 107	اندروجين
Angiospermae/ Angiosperms 111	كاسيات البذور
Animal Kingdom 112-113	المملكة الحيوانية
Animal starch , see Glycogen	النشا الحيواني
Annelida/Annelids 112	الحلقيات
Annuals rings 18, 19	حلقات سنوية
Annuals 6	حوليات
Antagonistic pairs 54	ازواج متضادة
Antennae 46	زبانيات، قرون الاستشعار
Anther 28, 29	مئبر
Antheridium 93	منطف
Anthocerotae 111	قرنيات التزهّر (الجدول 1)
Anthophyta 111	الزهريات (الجدول 2)
Anthozoa 112	الزهريات
Antibodies 59	اجسام مضادة
Antigen 59	مولدات الضد
Anti-toxins 59	مضاد للسم

English	العربية
Anus 66, 67	شرج
Aorta 61,62, 63	الابهر
Apatite 56	اباتيت (ميبا)
Apex 20	رأس
Appendage 36	زائدة
Appendix 66, 67	زائدة دودية
Aqueous humour 84	رطوبة مائية
Arachnida/Arachnids 112	العنكبوتيات
Arachnoid 75	سحاءة
Archegonium 93	رحم
Arteriole(s) 60	شرين (شرينات)، (شرايين)
Artery(ies) 60, 63	شريان (شرايين)
Arthropoda/Arthropods	مفصليات الأرجل
Aschelminthes 112	الديدان الزقية
Asexual reproduction 92	تناسل لا جنسي
Aspidogastrea/Aspidobothrea 112	ترسيات البطن
Aspidocotylea	ترسيات البطن
Asteroidea 113	النجميات
Astral rays/Asters 13	إشعاعات نجمية
Atlas 50 51	فهقة
Atria 62	اذينات
Atrioventricular valves 63	صمامان أذينيان ـ بطينيان
Auditory association area 75	منطقة الترابط السمعية
Auricle(s)	صوان / صوانات
Autografting 35	تطعيم ذاتي
Autosomes	صبغيات ذاتية
Autotrophic 6	ذاتية التغذية
Auxins 23	اوكسينات
Aves 113	الطيور
Axil 16	إبطي
Axon 76	محور
Bacillariophyta 110	الطحالب العضوية
Backbone, see Vertebral column	عمود فقري
Bacteria	بكتيريا
Baleen, see Whalebone	بلين، أنظر عظمة الحوت
Ball-and-socket joints 52	مفاصل طليقة الحركة
Barbels 40	عذبات
Barbs 39	برائل
Barbules 39	بريئلات
Bark 19	قلف
Batrachia/Batrachians	برمائيات
Benthos 114	القاعيات
berry 34	عنبة
Biceps 54	عضلة ذات رأسين
Biennials 6	ثنائيات الحول
Bilateral symmetry 36	تناظر ثنائي الجانب
Bile 68	سائل اصفر
Binary fission 12	إنشطار ثنائي
Biomass 4	حيومات
Biosphere 4	مجال حيوي
Biotic factors 4(1)	عوامل حيوية
Biotin	بيوتين
Bipinnate 22	ثنائية الريش
Bivalents 94	صبغيدات رباعية
Bladder 72, 73, 88	مثانة

English	Arabic
Lobe(s) 22	فص (فصوص)
Locomotion 40 (1)	تحرك متتابع
Locus 97	موضع
Long day plants 23	نباتات النهار الطويل
Loop of Henlé 73	عروة هنلي
Lower animal 36 (1)	حيوانات متدنية
Lower motor neuron 80, 81	عصبون محرك سفلي
Lumbar vertebrae 51	فقرات قطنية
Lung books 61, 70	كتب رئوية
Lungs 61, 70	رئتان
Luteinizing hormone 5, 106	هرمون مصفّر
Lycopodiales/Lycophyta 111	أرجل الذئب
Lymph 65	لمف
Lymphatic system 65	جهاز لمفاوي
Lymph capillaries 65	شعيرات لمفية
Lymph glands 65	غدد لمفية
Lymph nodes 65	عقد لمفية
Lymphocytes 58	خلايا لمفية
Lymphoid organs 65	اعضاء لمفاوية
Lymphoid tissue 65	نسيج لمفاوي
Lymph vessels 65	اوعية لمفية
Lysosomes 11	اجسام حالّة
Macrohabitat 4	مسكن كبير/ موطن واسع
Macrophages 58	بلعمات كبيرة
Macula (pl. maculae) 87	بقعة
Macula lutea 85	بقعة صفراء
Maggot 49	دويدة
Male nuclei 30	انوية ذكرية
Malleus 86	مطرقة
Malpighnian corpuscles 72	جسيمات مليبغية
Malpighnian layer 82	طبقة مليبغية
Maltase 108	مالتاز
Maltose 108	مالتوز
Mammalia/Mammals 41, 43, 113	ثدييات
Mammary glands 90, 101	غدد ثديية
Mandible(s) 39, 43, 50, 51	فكان سفليان
Mantle 37, 39	رداء
Mantle cavity 37	فجوة ردائية
Mantle siphon 37	ممص ردائي
Maquis 4	غيل
Margin 20, 22	حرف الورقة
Marsupium 113	جراب جلدي
Mastigophora 112	حاملات السياط
Matrix 52	قالب/قالبية
Maxillae (sing. maxilla) 43, 50	فكان علويان
Median/Medial 41	متوسطة
Median fins 41	زعانف متوسطة
Medulla oblongata 75	نخاع مستطيل
Medullary cavities 53	فجوات نخاعية
Meiosis 94	انقسام حلوي
Meiotic division 94, 95	انقسام منصف
Meissner's corpuscles 82	جسيمات ميسنر
Melanin 83	ميلانين
Membranous labyrinth 86	تيه غشائي
Mendel's laws 96	قوانين مندل
Meninges (sing. meninx) 75	اغشية دماغية
Menopause 90	سن اليأس
Menstrual cycle 90, 107	دورة شهرية
Menstruation 90	العادة الشهرية
Meristem 16	نسيج قسوم
Merostomata 112	فخذيات الفم (مفصليات الارجل)
Mesenteries 66	صفاقات
Mesocarp 34 (1)	جزء لحمي/ غلاف متوسط
Mesophyll 20	نسيج وسطي
Mesophytes 114	نباتات الرطوبة المعتدلة
Messenger RNA	رنا رسول. (جسيمات ريبية)
Metabolic rate 102	سرعة استقلابية
Metabolism 102	استقلاب
Metacarpals 15	عظام الكف او مشط اليد او السُنع
Metacarpus 51	السنع
Metameres 36	قسامات
Metamorphosis 49	تحول شكلي
Metaphase 13, 94	طور تال
Metatarsals 51	عظام القدم
Metatheria 113	البهيميات التوالي
Metazoa 112	الحيوانات التوالي
Microhabitat 5	مسكن صغير
Micropyle 30, 33	نقير
Microspora 112	البوغيات الدقيقة
Microtubules 12	انيبيبات
Midbrain 74, 75	دماغ اوسط
Middle ear 86	اذن وسطى
Middle lamella 13	رقيقة وسطى
Midrib 20	ضلع متوسط
Migration 9	هجرة
Mimicry 9	مشاكهة
Minerals 101	معادن (املاح معدنية)
Mitochondria 11, 12	حبيبات خيطية
Mitosis 13	انقسام حلوي خيطي
Mitral valve 63	صمام اديني - بطين ايسر
Mixed nerves 78	اعصاب مختلطة
Molars 42, 57	ارحاء
Mollusca/Molluscs 112	الرخويات
Monera 111	المملكة الفرادية
Monocotyledons 33	ذوات الفلقة الواحدة
Monocytes 58	كريات احادية النواة
Monoecious 28 (1)	نباتات مزدوجة الجنس
Monogenoidea/Monogenea 112	وحيدات النسل
Monoplacophora 112	احاديات الصفيحية
Monosaccharides 109	احاديات السكريد
Morula 93	توتية
Mosaic image 47	صورة فسيفسائية
Mosses 93, 111	الحزازيات
Motor areas 74, 75	مناطق محركة
Motor end-plate 55	لوحة طرفية محركة
Motor neurons 78	اعصاب محركة
Motor neuron(s) 77, 80	عصبونات محركة
Multicellular 10 (1)	متعدد الخلايا
Musci 111	الحزازيات
Muscle(s) 54-55	عضلة (عضلات)
Muscle fibres 54	الياف عضلية
Muscle spindle 55	مغزل عضلي
Mycelium 92, 110	حبيكة خيوط فطرية/ مشيجة
Myelin 75, 10	نخاعين
Myosin 54	ميوزين
Myriapoda/Myriapods 113	كثيرات الارجل
Myxini 113	النوريات
Myxomycophyta/ Myxomycota 110	الفطريات المخاطية النباتية



هذه المعاجم ليست مجرد كتب
في معاني المفردات العلمية فحسب، وإنما هي مراجع،
كثيفة الصور والرسوم، للمصطلحات والمفاهيم الرئيسية في المواضيع
التي تعالجها. وقد رُتِّب كل كتاب فيها حسب الموضوعات بحيث جرى
تفسير المصطلحات ضمن السياق الذي وردت فيه. كما جاءت التعريفات مدعومة
بالرسوم والصور للمساعدة على الفهم والاستيعاب.
وقد زُوِّد المعجم بفهرس (كشّاف) شامل يسهِّل إيجاد
الكلمات الإنكليزية ومقابلاتها العربية.
أعَدّ هذه المعاجم نخبة من الإخصائيين، وبُذلت فيها عناية شديدة
لترتيب الكلمات بطريقة منطقية للقارىء والموضوع معاً. وكُتبت
التعريفات بلغة سهلة مبسّطة وواضحة. وفُسِّرت المصطلحات
التقنية حيثما جرى استخدامها.

في هذه السلسلة:

- معجم البيولوجيا المصور
- معجم الفيزياء المصور
- معجم الكيمياء المصور





بيروت - لبنان